



ARTÍCULOS GENERALES

Los cultivos transgénicos a la luz de *Laudato Si'*: elementos para un juicio teológico moral de su desarrollo en Sudamérica *

*Laudato Si' and Transgenic Crops: Elements for a Theological Ethics Assessment
of their Development in South America*

Cristián Borgoño Barros **

RESUMEN: El artículo busca llenar un vacío en la reflexión teológica, que es el análisis teológico-moral de los cultivos transgénicos, tema abordado sumariamente por el Papa Francisco en *Laudato Si'*. Siendo una realidad muy relevante de la agricultura en Sudamérica, el texto analiza críticamente, desarrolla y expande los criterios de discernimiento propuestos por Francisco para los cultivos transgénicos y proporciona elementos para su aplicación a la realidad del subcontinente. La argumentación concluye mostrando que muchos de estos criterios no han sido adecuadamente aplicados ni explorados en el análisis de estas formas de agriculturas y que, por lo tanto, es indispensable profundizar en el análisis ético (teológico) de esta práctica por su enorme trascendencia e impacto en América del Sur utilizando el marco de referencia del paradigma tecnocrático propuesto por el mismo Pontífice en la encíclica.

PALABRAS CLAVE: OGMs. Ética de la tecnología. Biotecnologías vegetales.

ABSTRACT: The article seeks to fill a gap in theological reflection, which is the theological ethics analysis of transgenic crops, a topic addressed summarily by Pope Francis in *Laudato Si'*. Being a very relevant reality of agriculture in South

* Versiones preliminares y simplificadas de este texto han sido presentadas en las “Nociones Clave” del Seminario permanente de Teología, Filosofía, Ciencia y Tecnología, recientemente publicada (Borgoño, 2024) y en el Ciclo de Conferencias del Instituto de Éticas Aplicadas de la Pontificia Universidad Católica de Chile del año 2023.

** Facultad de Teología da Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

America, the text critically analyzes, develops, and expands the discernment criteria proposed by Francis for transgenic crops and provides elements for their application to the reality of the subcontinent. The argument concludes by showing that many of these criteria have not been adequately applied or explored in the analysis of these agricultural practices and that, therefore, it is essential to deepen the ethical (theological) analysis of this kind of agriculture due to its enormous transcendence and impact in South America, using the technocratic paradigm proposed by the Pontiff as a framework.

KEYWORDS: GMOs. Ethics of technology. Vegetal biotechnologies.

Introducción

La agricultura transgénica tiene ya más de 30 años en el mundo y más de 25 en Latinoamérica, desde su introducción en Argentina, país pionero, en 1996 (Trigo, 2016, p. 9). En Brasil se comenzó con la agricultura transgénica de modo clandestino (Bianconi; Marinho, 2017, p. 22) y recién en 2003 comenzó su legalización parcial, siendo legalizados definitivamente en 2005, cuando ya una tercera parte de los cultivos era transgénica (Vieira, 2017, p. 14). Con todo, se trata de un fenómeno en expansión en el subcontinente, que abarca también otros países de la cuenca amazónica como Bolivia y Paraguay.

Actualmente, Brasil y Argentina son respectivamente el segundo y el tercer país con más superficie cultivada de este tipo de semillas, con 51 y 23 millones de hectáreas sembradas en el año 2018 (ISAAA, 2019, p. 5) y América del Sur, gracias a los monocultivos transgénicos de estas dos potencias agrícolas, se ha transformado en el principal productor mundial de soya (Klein; Vidal, 2020, p. 427). Estas áreas cultivadas por cultivos transgénicos representan más de la mitad del área cultivada total de ambos países (Leguizamón *et al.*, 2018, p. 104). Además, si bien a nivel mundial la agricultura transgénica representa en torno al 10% del total de la superficie cultivada en el mundo (White; Van Der Ploeg, 2018, p. 103), en Brasil y Argentina representa casi dos tercios de la superficie cultivada, además de que su ritmo de crecimiento es sumamente elevado, pasando de 370 mil hectáreas cultivadas a más de 20 millones de hectáreas cultivadas entre 1996 y 2016 en Argentina (Trigo, 2016, p. 14). Otros productores relevantes de Sudamérica son Paraguay con 3 millones de hectáreas, Bolivia y Uruguay con un millón de hectáreas (ISAAA, 2019, p. 7). Chile, por su parte, más que dedicarse a la producción de alimentos transgénicos, como Brasil y Argentina, se dedica a la producción de semillas genéticamente modificadas para surtir a los países del hemisferio norte (Salazar; Montenegro, 2009, p. 359).

Hay tres hechos frecuentemente desapercibidos que conviene resaltar sobre el tema de la agricultura transgénica a nivel mundial: el hecho de

que hay países donde está prohibida, como en algunos países europeos (Tagliabue, 2017, p. 59); que prácticamente los cultivos transgénicos en Sudamérica se reducen prácticamente a la soya, el maíz, el algodón y la canola, los dos primeros representan más del 90% de la superficie cultivada por transgénicos (ISAAA, 2019); y que entre el 70 y el 90% se destinan a la alimentación animal (Lucht, 2015, p. 4255), como piensos para el ganado bovino, porcino y aviar. En Argentina, hace apenas dos años, se aprobó el trigo transgénico para el consumo humano, Brasil lo hizo al año siguiente (Chilebio, 2023, no paginado). La superficie sembrada con trigo HB4 representó, en 2022, con 50 mil hectáreas, menos del 1% de la superficie total de siembra de trigo en Argentina, casi 7 millones de hectáreas (SISA, 2022, p. 2), aunque podrían duplicarse para 2023 (Agrofy, 2023, no paginado).

En la práctica hay una sustitución de otros cultivos tradicionales por los cultivos transgénicos de estas variedades dominantes, particularmente la soya (Trigo, 2016, p. 11). Se trata de un fenómeno ubicuo que se da prácticamente en todos los países que adoptan este tipo de semillas (ISAAA, 2019, p. 5). Los cultivos transgénicos se dan generalmente en la forma de la agricultura intensiva y mecanizada, es decir, se trata de grandes extensiones, con amplio uso de herbicidas y mecanización de las tareas agrícolas; en la práctica, monocultivos, ya que los transgénicos, dado el significativo uso de herbicidas, no pueden coexistir con plantas que no sean resistentes al mismo. Aunque 25 años parece mucho tiempo, dada la progresiva ampliación de la superficie cultivada, las consecuencias a mediano y largo plazo están recién comenzando a aparecer.

En general, la opinión pública es muy reticente al consumo de transgénicos (Pappalardo; D'Amico; Lusk, 2021, p. 3641). Se tiende a promulgar leyes de etiquetado para garantizar que el alimento que se deriva o contiene partes de organismos genéticamente modificados (OGM) es debidamente individualizado (Nawaz *et al.*, 2023, p. 11). Últimamente se ha instalado una polémica, gracias al desarrollo de la tecnología de la edición genética con el sistema CRISPR-Cas9, en torno al problema de si la edición genética debe considerarse o no como algo equivalente a los OGM (Davison; Ammann, 2017, p. 14) y por lo tanto someterlos a las mismas restricciones, lo cual está abriendo una arista nueva al debate sobre los cultivos biotecnológicos.

La Iglesia Católica ha seguido con cierta atención el desarrollo de los OGM agrícolas, principalmente por su impacto en el bienestar de los pueblos, debido a su relevancia para la producción de alimentos. Sin embargo, aún no ha tomado postura definitiva e integral sobre el tema. Es decir, la Iglesia Católica no ha hecho ni un juicio condenatorio ni aprobatorio *tout court* de los OGM agrícolas. Más bien sostiene, como principio general, lo que se afirma en el Compendio de Doctrina Social

de la Iglesia: “La visión cristiana de la creación conlleva un juicio positivo sobre la licitud de las intervenciones del hombre en la naturaleza, sin excluir los demás seres vivos, y, al mismo tiempo, comporta una enérgica llamada al sentido de la responsabilidad” (Pontificio Consejo Justicia y Paz, 2005, n. 473). Tampoco las intervenciones sobre el genoma son en sí mismas un problema para el Magisterio de la Iglesia (Juan Pablo II, 1982, n. 5). En ese sentido no se puede asimilar su posición a la de organizaciones ambientalistas que enarbolan el eslogan de “No a los OGM” sin matices. *Laudato Si'*, por su parte, vuelve explícitamente sobre el tema en los nn. 133 a 135 y no sólo tiende a reiterar una aprobación condicional a la agricultura transgénica, sino que amplía la mirada del problema, inscribiéndolo en el análisis del paradigma tecnocrático y de la superación de una mirada meramente instrumental de la técnica, y de esta biotecnología en particular.

Lo que queremos hacer en este trabajo es precisamente profundizar en la propuesta de discernimiento de *Laudato Si'* y aplicarla a cómo se desarrolla, en la práctica, la agricultura transgénica en Sudamérica. Como señala *Laudato Si'* (n. 133), “los excesiva”. A pesar de que “La posición explícita de las principales asociaciones científicas y agencias reguladoras es que, en principio, los cultivos transgénicos no suponen un peligro mayor para la salud humana que aquellos tradicionales” (Butler, 1999, p. 651), los detractores locales de la agricultura transgénica señalan precisamente algunos problemas relacionados con el modo concreto como ésta se desarrolla, particularmente el uso indiscriminado de agrotóxicos, sin pensar en la salud, tanto de los operarios agrícolas como de las poblaciones aledañas (Leguizamón, 2020, p. 20). Sin embargo, todavía hay algunos temas abiertos sobre la bioseguridad del consumo humano de OGMs, como el paso de genes completos desde el tracto digestivo al torrente sanguíneo (Chen *et al.*, 2021, no paginado).

Una búsqueda en la base de datos SELADOC ha puesto en evidencia la escasez de la literatura teológica al respecto¹. Hay algunos artículos sobre la temática en revistas de moral social (Senent de Frutos, 2016) o bioética (Florio, 2016) pero que no van mucho más allá de comentar sistemáticamente la propuesta del Papa Francisco en *Laudato Si'*. Por ello creemos que esta investigación llena un vacío importante de la reflexión teológica.

Después de analizar brevemente la reflexión eclesial sobre los transgénicos, nos detendremos en la propuesta de *Laudato Si'*, para analizar particularmente la situación en Brasil y Argentina, por ser los países

¹ Una búsqueda realizada el 19 de julio de 2023 muestra seis artículos, ninguno de revistas indexadas en Web of Science o Scopus, dedicados a la temática de los organismos transgénicos animales o vegetales. El más reciente es de 2017.

donde estos cultivos están más extendidos. Nos detendremos en los principales problemas éticos reseñados por la opinión pública y la literatura académica especializada. Concluiremos mostrando cómo esta diversidad de problemáticas refuerza la idea de que la agricultura biotecnológica debe ser analizada considerando su inserción en la crítica del paradigma tecnocrático y no sólo como una tecnología aislada, cuya relevancia ética dependería únicamente del bienestar humano y de sus efectos sobre el medio ambiente, es decir, un mero cálculo costo-beneficio.

1 Los OGM en la reflexión eclesial antes de Laudato Si'

Era de esperarse que las aplicaciones en el ser humano de la ingeniería genética suscitaran en la Iglesia un interés mayor que aquellas sobre el mundo vegetal. De hecho, ya desde 1987, con la instrucción *Donum vitae*, comienzan las primeras reflexiones de la Iglesia sobre el tema (Congregación para la Doctrina de la Fe, 1988). Las aplicaciones en animales y vegetales, sin embargo, fueron bastante menores. Se encuentra una genérica alusión al problema en un discurso de Juan Pablo II, donde se refiere al necesario cuidado del ambiente a la hora de regular la actividad agrícola (Juan Pablo II, 1989, no paginado). Un año después, en el mensaje de Juan Pablo II en el marco de la Jornada Mundial por la Paz del año 1990, en el marco del cuidado del medio ambiente señala que “se ha constatado que la aplicación de algunos descubrimientos en el campo industrial y agrícola produce, a largo plazo, efectos negativos” (Juan Pablo II, 1990, no paginado). Posteriormente, en el año 1997 el mismo Pontífice constataba que “el ambiente como «recurso» pone en peligro el ambiente como «casa». A causa de los poderosos medios de transformación que brinda la civilización tecnológica, a veces parece que el equilibrio hombre-ambiente ha alcanzado un punto crítico” (Juan Pablo II, 1998, no paginado). Puede mencionarse también un discurso de Juan Pablo II del año 2000 en el contexto del Jubileo del Mundo Agrícola.

Es un principio que hay que recordar en la misma producción, cuando se trata de promoverla con la aplicación de biotecnologías, que no pueden evaluarse exclusivamente según intereses económicos inmediatos. Es necesario someterlas previamente a un riguroso control científico y ético, para evitar que desemboquen en desastres para la salud del hombre y el futuro de la tierra (Juan Pablo II, 2000, no paginado).

En ella se percibe con claridad la preocupación del Papa por los riesgos para la salud humana y el ambiente derivados de la aplicación de las biotecnologías vegetales, así como el peligro de una mirada meramente economicista de la producción de alimentos.

En el año 2003, el Pontificio Consejo Justicia y Paz convoca a un importante seminario sobre los OGM. El mismo título “¿OGM: amena-

za o esperanza?” da a entender la naturaleza de quaestio disputata del problema. Lo refrenda el Card. Renato Raffaele Martino en la alocución introductoria al seminario:

Por nuestra parte, somos plenamente conscientes de que lo que está en juego es algo profundo y delicado, por la polarización de la opinión pública, por los contenciosos comerciales que existen a nivel internacional y por las dificultades para definir, a nivel científico, un tema que es objeto de investigaciones que se desarrollan con gran rapidez y por sus complejas implicancias ético-culturales y ético-políticas (Martino, 2003a, no paginado).

Las palabras conclusivas del Cardenal daban a entender que habría un pronunciamiento oficial de la Iglesia después de un tiempo (Martino, 2003b, no paginado), pero dicho pronunciamiento no llegó nunca, a pesar de que se dedicó también una sesión de la Pontificia Academia para las Ciencias a este tema (Pontificia Academia para las Ciencias, 2010, no paginado).

Con frecuencia, se vincula el tema de los OGM al tema del problema del hambre en el mundo. No sólo los defensores de los OGM sostienen insistentemente que son necesarios para poder dar de comer a una población creciente, la misma Iglesia establece este vínculo². Pero, como recuerda el mismo Card. Turkson (2014, p. 284) “El hambre es un problema de distribución y de acceso a los alimentos”, considerando que cerca de un tercio de los alimentos producidos se eliminan antes de ser consumidos (Gustavsson *et al.*, 2010, p. 4).

En ese sentido, sigue llamando la atención de que a pesar de que se invoca con frecuencia la difusión de estas tecnologías para combatir el hambre en el mundo o las necesidades alimentarias del planeta, todo el aumento de superficie cultivada con semillas OGM no ha afectado sustantivamente la producción mundial de comida ni su distribución. Eso tiende a dar razón a quienes sostienen que los cultivos transgénicos son fundamentalmente un instrumento para transformar la agricultura en un modelo rentable de producción agrícola para distintos fines (Magdoff; Foster; Buttel, 2000, p. 83-84), con independencia de su uso para la alimentación humana. En otras palabras, la comodificación de los productos agrícolas y su inserción en el mercado global han hecho que la misma actividad agrícola sea muy distinta a la que era decenios atrás, con independencia de si hablamos de productos transgénicos o no (Santos, 1992, p. 336). Un ejemplo de esto puede ser el cultivo del aguacate, que naturalmente no es un cultivo de subsistencia, pero que ha visto aumentada su demanda enormemente debido al interés por

² La presencia del Card. K.A. Turkson en la entrega del World Food Prize para hablar de este tema es uno de los signos más elocuentes de este vínculo.

sus propiedades organolépticas, lo cual hace más rentable producirla que otros cultivos orientados a las necesidades principales del consumo humano. Más allá de la discusión sobre el impacto de este fenómeno en la distribución de la riqueza o en el desarrollo de los países, es claro que pone en tela de juicio el vínculo que algunos establecen entre agricultura transgénica y seguridad alimentaria (Herring, 2010, p. 83; Paarlberg, 2000, p. 20).

2 La reflexión de Laudato Si' sobre los cultivos transgénicos

El Papa Francisco (LS, n. 133) señala, al iniciar su reflexión sobre los transgénicos, que “es difícil emitir un juicio general sobre los organismos genéticamente modificados (OMG)”. El Papa introduce su reflexión con una consideración general sobre las intervenciones genéticas en los vivientes no-humanos, señalando que éstas han existido prácticamente desde la invención de la agricultura y de la domesticación de los animales. Sin embargo, subraya la diferencia de velocidad entre los procesos de antaño y aquellos que la ingeniería genética hace posibles. Sin asumir explícitamente esas categorías, pone implícitamente sobre la mesa la diferencia entre la técnica moderna y la técnica pre-moderna, que han sido tematizadas por autores como Hans Jonas (1995) y Günther Anders (2019). Como sostiene el mismo Jonas, las diferencias son de tal grado que ambas no pueden considerarse éticamente de la misma manera. Este hecho exige que el problema se aborde desde una epistemología de la complejidad (Florio, 2016, p. 27), dadas las delicadas relaciones que median entre las semillas transgénicas, el ambiente donde son cultivadas y el impacto en él de los agroquímicos, sustancias asociadas a la agricultura transgénica, particularmente la soya resistente a herbicidas. Como bien señala Lía Giraldo da Silva (2014, p. 36) “los riesgos de la producción y comercialización de las plantas transgénicas también afectan las dimensiones sociales, económicas y culturales de la vida humana”. Si bien puede ser cierto que los temas de bioseguridad y de impacto ambiental de los transgénicos ya han sido adecuadamente resueltos, eso no quiere decir que todas las prácticas de la agricultura transgénica sean éticamente aceptables. En el número 135 de la encíclica, se detallan las dificultades para un adecuado discernimiento del problema de la agricultura transgénica: el conflicto de intereses; la dificultad de lograr una discusión con todos los implicados; la necesidad de ulteriores investigaciones interdisciplinarias e independientes. A la complejidad misma del problema se agregan, por tanto, las provenientes de los desequilibrios en la producción del conocimiento asociado a la agricultura transgénica.

2.1 Los conflictos de interés en la investigación sobre los cultivos transgénicos

Por lo que se refiere al conflicto de intereses mencionado por el Papa, las revisiones sistemáticas muestran no sólo que la mayoría de la producción científica es realizada o financiada por los productores de OGM (Hellsten, 2016, p. 1372; Myhr; Traavik, 2003, p. 241-243; Seralini *et al.*, 2014, no paginado), sino también que hay un claro sesgo pro transgénicos en los estudios financiados por las multinacionales que producen las semillas (Krimsky, 2015, p. 907). En el año 2015, una revisión de 92 artículos liderada por Johan Diels (*et al.*, 2015, p. 202), llegó a cuantificar que en este campo se dan problemas de conflictos de interés comparables a los de la industria tabacalera y a la del alcohol y a otras industrias donde este problema se ha estudiado. Idénticos resultados dio una revisión de 672 artículos sobre el maíz BT (Guillemaud; Lombert; Bourguet, 2016, no paginado). En suma, este conflicto de interés no puede ser obviado a la hora de analizar los estudios sobre los efectos de las biotecnologías vegetales sobre el ser humano y el ambiente. A esto se suma la dificultad de generar datos y evidencia para documentar los efectos nocivos de los cultivos transgénicos, que quedan muchas veces marginalizados (Arancibia *et al.*, 2018, p. 120).

Por otro lado, el caso de los transgénicos es uno de los más emblemáticos en lo que se refiere a la división entre el pensamiento de la mayoría de la comunidad científica, los organismos reguladores y la opinión pública (Pappalardo, 2021, p. 3641). Este hecho hace que el debate se prolongue indefinidamente sin que haya conciliación entre las distintas perspectivas. Por lo mismo, el llamado del Papa a la realización de investigaciones independientes e interdisciplinarias cobra todavía más urgencia, si cabe. Con todo, puede afirmarse sin forzar el debate que, más que estudios genéricos realizados en condiciones controladas y en distintas partes del mundo, lo que se requiere son más y mejores estudios locales que puedan arrojar información sobre los eventuales peligros de los cultivos transgénicos tal como de facto se realizan y no sobre cómo se deberían realizar en las condiciones controladas de laboratorio. Mientras esa información no esté disponible, lo que cabe es la cautela, principio guía del Protocolo de Bioseguridad de Cartagena, más que la importación acrítica de información generada en otras partes del mundo y en otras condiciones.

Con todo, revisiones independientes han alcanzado conclusiones que avalan, en términos generales, la bioseguridad de los cultivos. Es la posición, por ejemplo, de la American Medical Association (2022), de la National Academies of Science, Engineering and Medicine (2016) o de la Royal Society (2014). Estas conclusiones, sin embargo, no han permeado a la opinión pública, que sigue rechazando mayoritariamente los alimentos transgénicos destinados al consumo humano (Campa, 2017, p. 9; Clancy, 2017, p. 1). Por ello, si bien puede decirse que el problema de la

bioseguridad ya ha sustancialmente resuelto, más allá de las discusiones sobre el principio de igualdad sustancial y de la comunicación de riesgo (Motta, 2014, no paginado), sigue siendo relevante la percepción contraria a la seguridad (entendida como el riesgo para la salud humana de su consumo) de los OGM, por parte de la opinión pública, que además en nuestros países sudamericanos ha sido bastante menos estudiada (Guivant, 2006, p. 81). Nos parece, en definitiva, que el problema principal con los cultivos transgénicos, con independencia de opiniones minoritarias sobre la intangibilidad genética de las especies vegetales, no es su bioseguridad, sino el modelo de producción en el que inevitablemente se configura su uso y que es a lo que apunta principalmente la encíclica (LS, n. 134).

En los números 134 y 135 de la encíclica se concentran los elementos del discernimiento moral que propone el Papa. Por un lado, parece dejar fuera de la mesa, sin afirmarlo tajantemente, el problema de la bioseguridad y reconoce los beneficios potenciales de los transgénicos. Acto seguido, repasa los problemas que han sido levantados y que ahora enumeramos para después analizar en detalle: concentración de la tierra y la consecuente reducción y precarización del trabajo agrícola; la perturbación de ecosistemas por el uso de la tierra para monocultivos extensos; la formación de oligopolios y distorsiones de la actividad agrícola por la concentración del poder económico y tecnológico. A estos problemas enunciados por el Pontífice agregaremos otros presentes en la literatura académica sobre la agricultura transgénica.

2.2 La concentración de la propiedad de la tierra

Por un lado, tenemos la concentración de la tierra en pocas manos. Esto ha sido denunciado también por los obispos argentinos en relación a su país (Comisión de Pastoral Social de la Conferencia Episcopal Argentina, 2005), pero es un fenómeno mundial. Este fenómeno puede explicarse por las altas tasas de retorno de la inversión que ofrecen este modelo de producción agrícola, y por la necesidad de disponer de capital para financiar las inversiones en tecnología, que tiende a marginar a los pequeños productores de este esquema productivo. Debe notarse que no es un fenómeno que se observe consistentemente en todos y cada uno de los países, aunque se ha observado una creciente tendencia por parte de fondos de inversión o multinacionales agrícolas a comprar o arrendar grandes extensiones de tierra en el Sur global para permitir los monocultivos, habitualmente transgénicos, a gran escala; en Argentina, a mediados de los 2000, el 60% de la soya se producía en tierra arrendada (Reboratti, 2010, p. 68). Es el fenómeno conocido como “land grabbing” (Kaag; Zoomers, 2014, p. 1), se trata de un fenómeno que presenta diferencias relevantes entre las distintas partes del mundo y que puede traducirse como apropiación de la tierra (Tulone *et al.*, 2022, no paginado). Aunque es

ampliamente reconocido en la literatura que es difícil obtener datos precisos sobre el fenómeno, dada la opacidad de los datos sobre bienes raíces, sirva de indicación que de acuerdo con la base de datos Land Matrix, en los últimos 20 años más de 50 millones de hectáreas, principalmente en África sudoriental, han sido adquiridas por estos actores, el equivalente al 166% de la superficie cultivable de Argentina (Land Matrix, 2020). No obstante, no todas las transacciones se han traducido en actividad agrícola, habitualmente de monocultivos (Anseeuw *et al.*, 2012, p. 1), una parte corresponde a especulación inmobiliaria. El land grabbing también tiene efectos ambientales indirectos asociados a la erosión (Borelli *et al.*, 2017, no paginado) y la deforestación (Agrawal *et al.*, 2019, p. 159). Hay pocos estudios académicos sobre este fenómeno en Latinoamérica, es un fenómeno mucho más estudiado en África y Asia (Becquet, 2022, p. 3). Yendo a nuestro subcontinente, Goldfarb y Zoomers (2004, p. 71) describen este proceso del modo siguiente:

Nadie imaginó que los cultivos de soya invadirían las bermas de los caminos, que alcanzarían los límites urbanos de los suburbios más pobres de Argentina y que reemplazarían millones de hectáreas de flora nativa y que el paisaje de la Pampa se extendería desde el Chaco hasta la Patagonia, incluyendo el Delta del Paraná.

Las mismas autoras resumen este proceso con un solo sustantivo: comodificación. Si bien el proceso de la expansión de los cultivos de soya precede a los transgénicos, la legalización de la soya OGM (1996) se asoció a un boom en la producción agrícola de este grano, no sólo por su mayor facilidad para crear economías de escala, sino también por su capacidad de extender el cultivo de la soya a zonas no tradicionales, como el noroeste de Argentina. De acuerdo con Benbrook (2005, p. 20), entre 1996 y 2004 la superficie para el cultivo de la soya se obtuvo en un 32% de tierra previamente cultivada, 27% de tierras de pastoreo el 41% de la deforestación de bosques y sabana. Es obviamente en estas últimas dos áreas donde se concentró el cambio en la estructura de propiedad de la tierra de cultivo. De hecho, son los mismos agricultores sojeros de la zona tradicional de la Pampa los que adquieren la tierra en las zonas de expansión, pero, en un segundo momento, los principales compradores han sido los fondos de inversión extranjeros. La expansión de los monocultivos de soya ha impactado también en el desplazamiento de pequeños propietarios, habitualmente de minorías indígenas. ONGs calculan en unos 200.000 las personas implicadas en estos desplazamientos forzados asociados a la nueva estructura de propiedad de la tierra. No sólo se produce un desplazamiento, sino también un cambio en la estructura de propiedad, tendiéndose hacia fincas más grandes que concentran la mayor parte de la producción. El Atlas del Agronegocio de los Transgénicos en el Cono Sur, basado en datos censales afirma que entre 1988 y 2019 desaparecieron el 41% de las fincas productivas (a pesar de

que el área cultivada ha aumentado mucho) y que el tamaño promedio de las fincas pasó de 550 hectáreas a 690. De hecho, el 1% de las fincas productivas concentra el 36% de la tierra, mientras el 55% de los más pequeñas controla sólo el 2.2% de la tierra (Vicente *et al.* 2020, p. 46). Naturalmente, no es la transgénesis la responsable de estas tendencias, sino el monocultivo, pero un monocultivo particularmente rentable y orientado a la utilidad, más que a la producción de alimentos como tal y que, como todo negocio tecnológico, tiende al oligopolio debido a las altas barreras de entrada para la adopción de esta forma de agricultura (Slutzky, 2010, p. 149). Dicho esto, debe reconocerse también que la riqueza generada por los monocultivos de soya tiende a impactar positivamente a la población mediante la elevación del índice de desarrollo humano (Dreoni *et al.*, 2022, no paginado).

2.3. El daño ambiental y el impacto en los ecosistemas

La introducción de vastas áreas de monocultivos naturalmente tiene un impacto ambiental significativo; al reemplazarse áreas sin cultivar, bosques o áreas de siembra tradicionales por monocultivos es evidente que el ecosistema se modifica. Revisaremos en esta sección aquellos que nos parecen más preocupantes y que han sido objeto de más atención en la literatura académica.

El primer elemento de impacto sobre los ecosistemas es la sustitución de bosque nativo o sabana por tierra dedicada al monocultivo. Nuevamente, de acuerdo con el Atlas del Agronegocio, entre la baja Amazonia y el Chaco se dedicaron dos millones de hectáreas adicionales por año a monocultivos (Vicente *et al.*, 2020, no paginado), de los cuales el 70% es de soya transgénica (Slutzky, 2010, p. 144). Naturalmente, lo que es relevante aquí no es la reconversión de suelo inculto en suelo agrícola en sí misma, sino la extensión y la velocidad de la transformación. Un impacto adicional se deriva de que parte importante de ese territorio rural es habitado por pueblos originarios, que son los principales damnificados de la expansión agrícola, puesto que son desplazados de sus hábitats centenarios (Slutzky, 2005, p. 60).

El monocultivo, por otro lado, degrada los suelos, que solamente quedan aptos para más monocultivo, con uso intensivo de fertilizantes, pero no ya para otras actividades agrícolas que no sean la agricultura tecnológica. Por otro lado, al dejar de cultivarse, estos suelos no se regeneran, sino que favorecen la erosión eólica e hídrica, proceso que en Brasil recibe el nombre de “arenización” (Vicente *et al.*, 2020, p. 84). El impacto en los ecosistemas también depende de la pérdida de diversidad de semillas (Leguizamón *et al.*, 2018, p. 109) y de la biodiversidad en general, aunque este impacto ambiental es un efecto de la agricultura per se, puesto que la especie cultivada tiende a predominar por sobre las salvajes (Raven, 2010,

p. 528). Incluso puede decirse que, en términos generales, la agricultura transgénica favorece la biodiversidad de la fauna, al reducir globalmente el uso de pesticidas (Masehela *et al.*, 2020, p. 26). Sin embargo, esto no se verifica en todos lados, incluso hay reportes de lugares donde el uso de pesticidas ha aumentado, como en Argentina (Pengue, 2016, p. 47). Nuevamente, el problema no es la semilla transgénica en sí misma, sino cómo se la cultiva en vastos monocultivos que van ocupando tierra previamente dedicada a otras actividades o incluso que se preservaba en estado salvaje. En pocas palabras, la agricultura transgénica, en buena parte porque no se usa para la alimentación humana y no sustituye a la agricultura tradicional, de facto expande la superficie cultivada, más que reducirla. En algunos lugares, el uso de pesticidas aumenta en términos absolutos (al aumentar la superficie cultivada) y relativos (mayor uso por hectárea). Una investigación hecha en Estados Unidos mostró que el uso relativo de herbicidas en la agricultura de la soya transgénica aumentó entre 1996 y 2007, que corresponde al período del reemplazo de cultivos tradicionales por soya resistente o soya RR (National Research Council, 2010, p. 62).

Una gran polémica ha sacudido México en los últimos quince años a propósito de la contaminación genética cruzada de maíz OGM y maíz nativo. Los detractores de los OGM ven como una amenaza para la preservación de la diversidad de las semillas nativas mexicanas (un reservorio conocido de biodiversidad del maíz). No podemos entrar aquí en los detalles del debate, de amplia complejidad técnica y todavía sin resolver (Agapito-Tenfen; Wickson, 2018, p. 552), simplemente lo mencionamos como uno de los tantos aspectos que se consideran cuando se habla del impacto de los cultivos transgénicos sobre la biodiversidad. Por otro lado, hay autores que sostienen que la mantención de la biodiversidad es una estrategia mucho más adecuada que la transgénesis para la resiliencia y adaptabilidad de las especies vegetales (Ceccarelli; Grando, 2020, no paginado); esta biodiversidad comienza a comprometerse por la adopción generalizada de la agricultura transgénica, debido al abandono del cultivo de las variedades nativas, más numerosas, pero más difíciles de estandarizar. La así llamada “erosión genética” (Martins, 2017, p. 84), que consiste en la reducción de la variabilidad genética de las mismas especies cultivadas, es un fenómeno preocupante, por la vulnerabilidad biológica que genera, en términos de pérdida de capacidades de adaptación.

El impacto ambiental general es extremadamente difícil de cuantificar, pero recientemente ha habido esfuerzos por hacerlo a través del paradigma de los servicios ecosistémicos llegando a conclusiones provisionarias que apuntan a un impacto ambiental general negativo de los monocultivos de soya sobre la mayoría de ellos (Dreoni *et al.*, 2022, no paginado); por otro lado, estos mismos autores ponen en evidencia que las intervenciones regulatorias han tenido escaso impacto como mitigadores de daño ambiental.

Finalmente, el aumento de rentabilidad (en relación a las semillas tradicionales) que empuja al uso de las semillas transgénicas, hace que haya una presión creciente para aumentar la superficie cultivable a costa del bosque nativo y de otras formas de vegetación (como mencionamos arriba), sin considerar el daño ambiental que dicha deforestación produce (FAO, 2016, p. x).

2.4. La concentración de mercado: los oligopolios.

Finalmente, anota Francisco (LS, n. 134), como toda tecnología, los cultivos transgénicos también tienen barreras de acceso que favorecen la consolidación de monopolios de empresas proveedoras de semillas y de agroquímicos, el así llamado “paquete biotecnológico” (Teubal, 2008, p. 6), generando concentraciones de mercado que son dañinas para la libre competencia. La concentración en la agroindustria es un fenómeno conocido y creciente (Hernández *et al.*, 2023, no paginado). Más del 60% del mercado de las semillas transgénicas es controlado por sólo 4 compañías (Sadler, 2023, no paginado). No obstante, no es sólo este mercado el que controlan, sino también el de la investigación en esta área (75%), el 76% de las ventas de agroquímicos y prácticamente cubren todas las características obtenidas por la transgénesis (Brower, 2016, p. 589). Más allá de reflexiones teóricas sobre los monopolios y oligopolios, es un dato de facto que el mercado de las semillas transgénicas tiene muy pocos actores, lo que conlleva consecuencias negativas en materia de precios y barreras de acceso (Cruz Bustillo, 2016, p. 220). Esta realidad no invalida de suyo el modelo, pero obliga a intervenciones regulatorias importantes para garantizar la eficiencia económica en el mediano y largo plazo. Un elemento que está estrechamente ligado a la formación de estos oligopolios es el tema de la propiedad intelectual sobre las semillas transgénicas (Brower, 2016, p. 589). La protección que las patentes de propiedad intelectual otorgan a las empresas que producen las semillas transgénicas es también un problema que considerar (CELAM, 2007, n. 83). Estas patentes, cuya propiedad también es de unos pocos conglomerados (Morales, 2004, p. 301), impiden la reutilización de las semillas por parte de los agricultores lo que, si bien no es una práctica mayoritaria, puede ser útil para pequeños agricultores que intercambian o replantan semillas (Shiva, 2016, p. 206). No obstante, tienen un tiempo de vigencia limitado (20 años, habitualmente) y por ello se producen constantemente nuevas variedades protegidas por patentes que se asocian a beneficios todavía mayores.

No podemos extendernos aquí en un estudio detallado sobre la ética de los oligopolios, pero si bien es difícil establecer normas unívocas en materia de propiedad intelectual, dada la relación entre innovación tecnológica y patentes, es claro que la situación regulatoria concreta en esta materia es un elemento que considerar en el discernimiento ético de la industria de los cultivos transgénicos en un determinado lugar.

2.5 El uso de herbicidas y agrotóxicos

Es conocido, también, que las semillas transgénicas se asocian ampliamente al uso de herbicidas, ya que una de las principales modificaciones que aporta la transgénesis es precisamente la resistencia a ellos (el caso emblemático es la soya transgénica o soya RR). Como dice Benbrook (2005, p. 2) “Aplicar herbicidas es mucho más simple, especialmente cuando hay siembra directa (no till) y en general no aumenta los costos o incluso reduce ligeramente los costos totales de cultivo. Esta es la razón por la que el 99% de los agricultores dedicados a la soya dependen tan directamente de los herbicidas”. Este uso abundante de herbicidas no es inocuo, en realidad es biocida (Lowy, 2015, p. 248), tanto para la salud humana como para la de los ecosistemas (LS, n. 34). Se han documentado efectos nocivos en ámbito oncológico (Skidmore, 2023, no paginado) y de salud reproductiva (Ávila-Vásquez *et al.*, 2018, p. 250). También preocupan sus efectos sobre la presión evolutiva a la que se somete a organismos vegetales, que terminan desarrollando resistencia a estos herbicidas (Uslu, 2021, p. 745), de forma análoga a la resistencia a antibióticos de las bacterias y, por ende, exigiendo un uso todavía mayor de ellos mismos (Mendonça *et al.*, 2017, p. 65), así como recurrir nuevamente a agroquímicos caídos en desuso, precisamente por su toxicidad. Se estima que sólo el 1% de los herbicidas aplicados son absorbidos por los organismos blanco (las malezas de los campos de soya), el 99% restante se dispersa en el ambiente (Zhang *et al.*, 2011, p. 133). La presencia de herbicidas en los cursos de agua (Monteiro de Castro Lima *et al.*, 2020, p. 10581), hace patente que su uso masivo, asociado a los monocultivos de soya en grandes extensiones, causa perturbaciones de gran escala, aunque su impacto es difícil de estudiar. Lo que está claro es que, al menos en Brasil, el uso de pesticidas en la soya es entre el doble y el triple por hectárea que en Estados Unidos (Skidmore, 2023, no paginado). La excusa fácil es atribuir estos efectos al mal uso de los pesticidas (Lowy, 2015, p. 249), pero estos datos de consumo hacen dudar de que la explicación sea sólo su mal uso. Hay evidencia consistente de la toxicidad de los agroquímicos para quienes los operan y para las poblaciones próximas a su uso (Galeano *et al.*, 2014, p. 74; Skidmore *et al.*, 2023, no paginado). Por lo tanto, no sirve de mucho decir que el uso por hectárea de herbicidas ha disminuido o incluso que el impacto ambiental global, medido con el indicador Environmental Impact Quotient o cociente de impacto ambiental EIQ (Kovach *et al.*, 1992, no paginado) también (Brookes; Barfoot, 2020, p. 216), argumento muy usado por los promotores de los monocultivos OGM, si su uso es cada vez más frecuente cerca de poblaciones urbanas o de cursos de agua, debido a la expansión de la superficie cultivada.

Estamos aquí ante un problema ético de extrema importancia, puesto que se compromete la salud y la misma vida de las personas. La biose-

guridad de los cultivos transgénicos no puede reducirse a determinar su inocuidad para el consumo humano, sea directo o indirecto (a través del consumo de animales alimentados por ellos), sino que debe extenderse a toda la cadena de producción.

2.6 La edición genética de semillas

Finalmente, un problema emergente, que todavía no estaba en la discusión en tiempo de la *Laudato Si'*, aunque digno de estudio detenido, es la sustitución de la transgénesis por la edición genética (Jouve, 2020, p. 399). Como señalamos al inicio, no podemos detenernos demasiado en este tema emergente, en buena parte por su novedad y la consiguiente carencia de literatura. Sin embargo, debe notarse que las diferencias entre las semillas transgénicas y las genéticamente editadas suelen exagerarse para otorgar una mayor aceptabilidad a estas últimas por parte de los consumidores y reguladores. Por otro lado, los detractores de la agricultura biotecnológica suelen considerar como equivalentes ambos tipos de semillas, sin un análisis suficientemente cuidadoso de las diferencias entre introducir genes exógenos y modificar genes ya presentes en las especies vegetales que se quiere cultivar. Este incipiente desarrollo de la edición genética vegetal requiere también de un análisis profundo para determinar si sus características exigen o no una consideración ética y jurídica diferente a la de los cultivos transgénicos (Federal Agency for Nature Conservation, 2021). Parece razonable presumir que ambas tecnologías son equivalentes en sus potenciales efectos adversos, puesto que se conocen los problemas asociados a las ediciones off-target ocasionadas por la edición genética, por lo tanto, deberían en principio seguir un esquema regulatorio equivalente al de las semillas obtenidas por transgénesis. Como ha demostrado Affifi (2016, p. 362), en ambos casos, transgénesis y edición genética, desconocemos el significado biológico de los efectos no deseados de nuestras intervenciones y debemos proceder por tanto con precaución ante lo que no dominamos bien. No parece razonable, por consiguiente, un tratamiento excesivamente diferenciado entre ambas prácticas, más bien, al menos inicialmente, se las debe someter a regulaciones similares, sobre todo tratándose de una tecnología que definitivamente cambiará las condiciones del debate científico y ético de los cultivos genéticamente modificados en los próximos años.

Conclusión

Este resumido análisis de un problema tan amplio como la agricultura transgénica en Sudamérica nos permite afirmar que lo que propone Francisco en su reflexión sobre los transgénicos es adecuado: esto es, conviene

someterlos a un discernimiento moral que parta de la forma efectiva y concreta de cómo se desarrollan en la realidad los cultivos transgénicos. Por ese motivo, no es posible hacer afirmaciones universales y genéricas del tipo OGMs si u OGMs no, más bien debe analizarse cada situación, tomando en consideración la magnitud del problema y sus elementos específicos como la concentración de tierra, los oligopolios, el impacto ambiental, etc.

Tampoco puede simplemente asumirse que el progreso tecnológico que representan las biotecnologías vegetales es en este caso es inocuo, o incluso beneficioso. No debe permitirse un uso acrítico e indiscriminado de soluciones tecnológicas para problemas que son complejos por naturaleza, como la solución del problema del hambre en el mundo o incluso el incremento de la productividad agrícola. Antes de poner todos los esfuerzos en una solución tecnológica hay que hacerse cargo de los problemas adicionales que adoptar dicha solución trae consigo y, sobre todo, no pensar que la técnica se autorregula espontáneamente en la realización. Como hemos visto, la experiencia sudamericana parece mostrar que la tendencia es, de facto, a un uso desregulado de las soluciones tecnológicas, que no es acompañado por la debida precaución y espíritu crítico, sobre todo de su impacto a largo plazo en la salud de las personas, especialmente sobre los más pobres y sobre una actividad económica tan relevante como la agricultura.

Podríamos decir, en pocas palabras, que el modo actual en el que se están desarrollando los cultivos transgénicos en nuestro continente corresponde a una cierta absolutización de la técnica, donde el “empresario considera como único criterio de acción el máximo beneficio de la producción...” (Benedicto XVI, 2008, n. 71), dando acríticamente por bueno que el uso de la tecnología entraña de suyo un progreso. No estamos por tanto frente a una humanización de la técnica, sino más bien ante una expresión, usando la terminología de Francisco, del paradigma tecnocrático. Como lo define en *Laudate Deum* (n. 20): el paradigma tecnocrático entiende la vida y la acción humana de un modo desviado, que termina por dañar al mismo ser humano (los efectos nocivos de los cultivos transgénicos); piensa que el progreso tecnológico en sí mismo produce un bien (en este caso, la transgénesis) y se cree en un progreso indefinido que, en este caso, se identifica con la expansión de la agricultura transgénica

En la reflexión eclesial, se considera habitualmente el tema de los OGM vegetales como un caso aislado del uso de la biotecnología, al margen de reflexiones más amplias sobre el paradigma tecnocrático. A partir de *Laudato Si'*, se rompe con esta tendencia y se coloca el tema de los OGM a la luz del análisis sobre el poder de la tecnología y la necesidad de su control ético. De hecho, podemos decir que hay una gran inclusión del tema de los OGM entre la afirmación de que la tecnología “es una forma

de poder con altos riesgos” (LS, n. 131) y la necesidad de que sea limitada por la ética (LS, n. 136).

Las tendencias que hemos analizado arriba muestran que los cultivos transgénicos en Sudamérica han sido de hecho una aplicación de la tecnología bajo la égida del paradigma tecnocrático, puesto que no se ha reparado suficientemente en las consecuencias socioambientales que se derivan de su despliegue masivo en el mundo agrícola de nuestros países y se ha pensado en su uso únicamente en términos de rentabilidad económica y de productividad, como si esos dos elementos fueran indicadores indiscutibles de progreso. La ceguera ante los efectos indeseados de las aplicaciones tecnológicas, provocada por la adopción del paradigma tecnocrático, nos obliga a una mirada especialmente crítica, que permita ponerlos debidamente en evidencia. Como dice Fabien Revol (2015, p. 103), la encíclica, al considerar el discernimiento moral de los cultivos transgénicos, razona desde una ecología integral que supone una previa deconstrucción del paradigma tecnocrático. Nos parece que este es el eje adecuado de un discernimiento teológico moral de cualquier aplicación tecnológica, como es el caso de los cultivos transgénicos en nuestros países. El análisis de los cultivos transgénicos en Latinoamérica, aquí realizado, pone en evidencia que una aplicación tecnológica desarrollada en el marco del paradigma tecnocrático tiene un alto riesgo de ser nocivo para el ser humano y el ambiente, contribuyendo al agravamiento de la crisis socioambiental de nuestro tiempo. Por ende, más que a la renuncia absoluta a las biotecnologías genéticas en la agricultura, debería favorecerse su desarrollo dentro del marco del respeto del medio ambiente y de la justicia social.

Bibliografía

AFFIFI, R. The semiosis of side effects in genetic interventions. *Biosemiotics*. Dordrecht, v. 9, n. 3, p. 345-364, oct. 2016.

AGAPITO-TENFEN, S.; WICKSON, F. Challenges for transgene detection in landraces and wild relatives: learning from 15 years of debate over GM maize in Mexico. *Biodiversity Conservation*. Dordrecht, v. 27, n. 3, p. 539-566, marzo 2018.

AGRAWAL, A. *et al.* Are Global Land Grabs Ticking Socio-environmental Bombs or Just Inefficient Investments? *One Earth*. Amsterdam, v. 1, n. 2, p. 159-162, oct. 2019.

AGROFY NEWS. *Trigo HB4 de Bioceres suma un nuevo canal de comercialización y planea duplicar superficie*. 2023. Disponible en: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/205035/trigo-hb4-bioceres-suma-nuevo-canal-comercializacion-y-planea-duplicar-superficie>. Acceso en: 26 dic. 2023.

ANDERS, G. *La obsolescencia del hombre*. Valencia: Pre-textos, 2019.

ANSEEUW, W. *et al.* *Transnational land deals for agriculture in the Global South*. 2012. Disponible en: https://agritrop.cirad.fr/564609/2/document_564609.pdf. Acceso en: 26 dic. 2023.

ARANCIBIA, F. *et al.* Tensiones entre los saberes académicos y los movimientos sociales en las problemáticas ambientales. *Metatheoria – Revista de Filosofía e Historia de la Ciencia*, Quilmes, v. 8, n. 2, p. 105-123, 2018.

ÁVILA VÁSQUEZ, M. *et al.* Environmental exposure to glyphosate and reproductive health impacts in agricultural population in Argentina. *Journal of Environmental Protection*, Irvine, v. 9, n. 3, p. 241-253, marzo 2018.

BECQUET, L. *Agricultural productivity and land inequality*. Evidence from the Philippines. 2022. Disponible en: https://defipp.unamur.be/wp/defipp_wp_2022_3.pdf. Acceso en: 26 dic. 2023.

BENEDICTO XVI. *Carta encíclica Caritas in Veritate*. Ciudad del Vaticano: Librería Editrice Vaticana, 2008.

BENBROOK, C. *Rust, resistance, run down soils and rising costs: Problems facing soybean producers in Argentina*. 2005. Disponible en: https://publiceyeonscience.ch/resources/benbrook_studie_engl.pdf. Acceso en: 26 dic. 2023.

BIANCONI, G.; MARINHO, W. O caminho da liberalização dos transgênicos no Brasil. *Agroecologia*, Murcia, v. 12, n. 2, p. 19-28, 2017.

BORELLI, P. *et al.* An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature Communications*, London, v. 8, n. 2013, dic. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7>. Acceso en: 26 dic. 2023.

BORGONHO, C. Biotecnologías en *Laudato Si'*. In: FLORIO, L.; ALONSO, S. (orgs.). *Nociones clave para una ecología integral*. vol. 1. City Bell: Decyr, 2024. p. 80-87. Disponible en: <https://rap-al.org/nociones-clave-para-una-ecologia-integral-tomo-1/>. Acceso en: 27 mayo 2024.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2018: Impact on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food*, London, v. 11, n. 4, p. 215-241, jul. 2020.

BROWER, A. From the Sugar Oligarchy to the Agrochemical Oligopoly: Situating Monsanto and Gang's Occupation of Hawai'i. *Food, Culture & Society*, London, v. 19, n. 3, p. 587-614, 2016.

BUTLER, D.; REICHHARDT, T. Long term effect of GM crops serves food for thought. *Nature*, London, v. 398, p. 651-653, 1999.

CAMPA, R. *Creatori e creature*. Anatomia dei movimenti pro e contro gli OGM. Deleyva, 2017.

CECCARELLI, S.; GRANDO, S. Evolutionary plant breeding as a response to the complexity of climate change. *iScience*, Cambridge, v. 23, n. 12, nov. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2020.101815>. Acceso en: 26 dic. 2023.

CHEN, X. *et al.* Large-scale identification of extracellular plant miRNAs in mammals implicates their dietary intake. *Plos One*, San Francisco, v. 16, n. 9, sept. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257878>. Acceso en: 26 dic. 2023.

CHILEBIO. *Brasil aprobó el trigo transgénico HB4 de Bioceres, cultivo que mostró 40% de mayor rendimiento en sequías severas*. 2023. Disponible en: <https://www.chilebio.cl/2023/03/03/brasil-aprobo-el-trigo-transgenico-hb4-de-bioceres-que-mostro-40-de-mayor-rendimiento-en-sequias-severas/#>. Acceso en: 26 dic. 2023.

CLANCY, K. A. *The politics of genetically modified organisms in the United States and Europe*. Londres: Palgrave Macmillan, 2017.

CONGREGACIÓN PARA LA DOCTRINA DE LA FE. Instrucción *Donum Vitae*. *Acta Apostolicae Sedis*, v. 80, p. 70-102, 1988.

COMISIÓN DE PASTORAL SOCIAL DE LA IGLESIA ARGENTINA. *Una tierra para todos*. 2005. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/8245>. Acceso en: 26 dic. 2023.

CONFERENCIA EPISCOPAL LATINOAMERICANA. *Documento de Aparecida*. 2007. Disponible en: <https://www.celam.org/aparecida/Espanol.pdf>. Acceso en: 26 dic. 2023.

CRUZ BUSTILLO, J. *Aspectos éticos de la gestión de organismos genéticamente modificados*. Tesis (Doctorado en Teología) – Pontificia Università della Santa Croce, Roma, 2016.

DAVISON, J.; AMMANN, K. New GMO regulations for old: Determining a new future for EU crop biotechnology. *GM Crops & Food*, London, v. 8, n. 1, p. 13-34, enero 2017.

DIELS, J. *et al.* Association of financial or professional conflict of interest to research outcomes on health risk or nutritional assessment studies of genetically modified products. *Food Policy*, Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 197-203, abr. 2011.

DREONI, I. *et al.* The impacts of soy production on multi-dimensional well-being and ecosystem services: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 335, feb. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130182>. Acceso en: 26 dic. 2023.

FEDERAL AGENCY FOR NATURE CONSERVATION. *New developments and regulatory issues in plant genetic engineering*. 2021. Disponible en: <https://www.bfn.de/en/publications/position-paper/new-developments-and-regulatory-issues-plant-genetic-engineering>. Acceso en: 26 dic. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *State of the world's forests, 2016*. Forests and agriculture: land use challenges and opportunities. Roma: FAO, 2016.

FLORIO, L. Los transgénicos en la reflexión de *Laudato Si'*. Propuestas para la bioética ambiental. *Vida y Ética*, Buenos Aires, v. 17, n. 2, p. 25-40, 2016.

FRANCISCO. Carta Encíclica *Laudato Si'*. Ciudad del Vaticano: Librería Editrice Vaticana, 2015.

FRANCISCO. *Exhortación apostólica sobre la crisis climática Laudate Deum*. Editorial Palabra, 2023.

GALEANO, P. *et al.* (coords.). *Cultivos transgénicos en Uruguay*. Aportes para la comprensión de un tema complejo. 2014. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/32798>. Acceso en: 26 dic. 2023.

GIRALDO DA SILVA, L. Transgénicos en Caminos. *Revista Cubana de Pensamiento Socioteológico*, Havana, v. 72-73, p. 34-37, 2014.

GOLDFARB, L.; ZOMMERS, A. The rapid expansion of genetically modified soy production into the Chaco region of Argentina. In: KAAG, M.; ZOOMERS, A. (eds.). *The Global Land Grab. Beyond the hype*. Winnipeg: Fernwood Publishing, 2004. p. 71-85.

GUILLEMAUD, T.; LOMBAERT, E.; BOURGUET, D. Conflict of interests in GM Bt Crop efficacy and durability studies. *PLOS ONE*, v. 11, n. 12, dic. 2016. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0167777>. Acceso en: 26 dic. 2023.

GUIVANT, J. Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. *Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 81-103, jun. 2006.

GUSTAVSSON, J. *et al.* *Global food losses and food waste*. Roma: FAO, 2011.

HERRING, R. Framing the GMO: Epistemic Brokers, Authoritative Knowledge, and Diffusion of Opposition to Biotechnology. In: GIVAN, R. K.; ROBERTS, K. M. (eds.). *The Diffusion of Social Movements: Actors, Mechanisms, and Political Effects*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 78-96, 2010.

HELLSTEN, S. Genetic modification (GMOs): Food. In: TEN HAVE, H. (ed.). *Encyclopedia of Global Bioethics*. Dordrecht: Springer, p. 1368-1375, 2016.

HERNÁNDEZ, M. *et al.* The role of market concentration in agrifood industry. *IFPRI Discussion Paper 2168*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.136567>. Acceso en: 26 dic. 2023.

INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS (ISAAA). *Global status of commercialized biotech/GM Crops: 2018*. 2019. Disponible en: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/download/isaaa-brief-54-2018.pdf>. Acceso en: 26 dic. 2023.

JONAS, H. *El principio responsabilidad*. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica. Barcelona: Herder, 1995.

JOUE, N. De la transgénesis a la edición genética. Aplicaciones y consideraciones bioéticas. *Cuadernos de Bioética*, Madrid, v. 31, n. 103, p. 387-401, sept./dic. 2020.

JUAN PABLO II. *Discurso a la Pontificia Academia de las Ciencias*. 1982. Disponible en: https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/es/speeches/1982/october/documents/hf_jp-ii_spe_19821023_pont-accademia-scienze.html. Acceso en: 26 dic. 2023.

JUAN PABLO II. *Discurso a los participantes de la XXV Conferencia General de la FAO*. 1989. Disponible en: https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/es/speeches/1989/november/documents/hf_jp-ii_spe_19891116_xxv-session-fao-conference.html. Acceso en: 26 dic. 2023.

JUAN PABLO II. *Mensaje para la Celebración de la XXIII Jornada Mundial de la Paz*. 1990. Disponible en: https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/es/messages/peace/documents/hf_jp-ii_mes_19891208_xxiii-world-day-for-peace.html. Acceso en: 26 dic. 2023.

JUAN PABLO II. *Discurso a los promotores y participantes de un Congreso sobre Ambiente y Salud*. 1997. Disponible en: https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/es/speeches/1997/march/documents/hf_jp-ii_spe_19970324_ambiente-salute.html. Acceso en: 26 dic. 2023.

JUAN PABLO II. *Discurso durante el encuentro con los agricultores 2000*. Disponible en: https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/es/speeches/2000/oct-dec/documents/hf_jp-ii_spe_20001111_jubilagric.html. Acceso en: 26 dic. 2023.

KAAG, M.; ZOOMERS, A. Introduction: the global land grab hype – and why it is important to move beyond. In: KAAG, M.; ZOOMERS, A. (eds.). *The Global Land Grab*. Beyond the hype. Winnipeg: Fernwood Publishing, 2004. p. 1–13.

KLEIN, H.; VIDAL, F. The growth of the soybean frontier in South America: The case of Brazil and Argentina. *Revista de Historia Económica / Journal of Iberian and Latin American Economic History*, Cambridge, v. 39, n. 3, p. 427-468, nov. 2020.

KOVACH, J. *et al.* A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, New York, v. 139, p. 1-8, 1992.

KRIMSKY, S. An illusory consensus behind GMO health assessment. *Science, Technology and Human Values*, Thousand Oaks, v. 40, n. 6, p. 883-914, 2015.

LEGUIZAMÓN, A. *The seeds of power: Environmental injustice and Genetically Modified soybeans in Argentina*. Durham: Duke University Press, 2020.

LEGUIZAMÓN, J. *et al.* Panorama general de los organismos genéticamente modificados en Colombia y en el mundo: Capacidad nacional de detección. *Revista Colombiana de Biotecnología*, Bogotá, v. 20, n. 2, p. 101-116, jul./dic. 2018.

LOWY, C. Las falacias de las buenas prácticas agrícolas. In: FLORIO, L. *et al.* *DeCyR, Documentos y presentaciones del VIII Congreso Latinoamericano de Ciencia y Religión*. Buenos Aires: DeCyR, 2015. p. 248–266.

LUCHT, J. Public acceptance of plant biotechnology and GM crops. *Viruses*, Basel, v. 7, n. 8, p. 4254-4281, jul. 2015.

MAGDOFF, F.; FOSTER, J. B.; BUTTEL, F. *Hungry for profit*. The agribusiness threat to farmers, food and the environment. Nueva York: Monthly Review, 2000.

MARTINO, R. R. *Intervento nel Seminario di studio sul tema OGM: Minaccia o Speranza?*. 2003a. Disponible en: https://www.vatican.va/roman_curia/pontifical_councils/justpeace/documents/rc_pc_justpeace_doc_20031110_card-martino-ogm_it.html. Acceso en: 26 dic. 2023.

MARTINO, R. R. *Conclusioni del Seminario di studio sul tema OGM: Minaccia o Speranza?*. 2003b. Disponible en: https://www.vatican.va/roman_curia/pontifical_councils/justpeace/documents/rc_pc_justpeace_doc_20031111_conclusions-ogm_it.html. Acceso en: 26 dic. 2023.

MARTINS, P. *et al.* Transgênicos e erosão genética: o paradoxo da (in)segurança alimentar. *Agroecologia*, v. 12, n. 2, p. 81-87, 2017.

MASEHELA, T. *et al.* Impact of GM Crops on Farmland. In: CHAURASIA, A. *et al.* *GMOs: Implications for Biodiversity Conservation and Ecological Processes*. Dordrecht: Springer, 2020. p. 21-34.

MENDONÇA, M.; DE MELO E SILVA, C.; MELGAREJO, L. Agricultura transgênica e impactos socioambientais: Uma leitura a partir do Cerrado, Brasil. *Agroecologia*, Murcia, v. 12, n. 2, p. 59-70, 2017.

MORALES, C. Los derechos de propiedad intelectual de los OGM: situación y perspectivas en la región. In: BÁRCENA, A. et al. (eds.). *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*. Santiago de Chile: Cepal, 2008. p. 273-301.

MONTEIRO DE CASTRO LIMA, José Augusto et al. "Modern agriculture" transfers many pesticides to watercourses: a case study of a representative rural catchment of Southern Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 10, p. 10581-10598, abr. 2020.

MOTTA, R. Social disputes over GMOs: An overview. *Sociology Compass*, Hoboken, v. 8, n. 12, dic. 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/soc4.12229>. Acceso en: 26 dic. 2023.

MYHR, A. I.; TRAVIK, T. Genetically modified (GM) crops: Precautionary science and conflict of interests. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, Dordrecht, v. 16, n. 3, p. 227-247, enero 2003.

NAWAZ, M. et al. GMOs: History, economic status, risk and socio-economic regulatory frameworks. In: NAWAZ, M. et al. *GMOs and Political Stance*. Academic Press, 2023. p. 1-13.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *The Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States*. Washington, DC: National Academies Press, 2010.

PAARLBERG, R. Genetically Modified Crops in Developing Countries: Promise or Peril. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, London, v. 42, n. 1, p. 19-27, enero 2000.

PAPPALARDO, G.; D'AMICO, M.; LUSK, J. Comparing the views of Italian general public and scientists on GMOs. *International Journal of Food Science and Technology*, Oxford, v. 56, n. 7, p. 3641-3650, jul. 2021.

PENGUE, W. *Cultivos Transgénicos, ¿hacia dónde fuimos? Veinte años después*. La soja en Argentina 1996-2016. Buenos Aires: Heinrich Böll Stiftung, 2016.

PONTIFICIO CONSEJO IUSTITIA ET PAX. *Compendio de la Doctrina Social de la Iglesia*. Ciudad del Vaticano: Librería Editrice Vaticana, 2005.

RAVEN, P. Does the use of transgenic plants diminish or promote biodiversity? *New Biotechnology*, Amsterdam, v. 27, n. 5, p. 528-533, nov. 2010.

REVOL, F. Une écologie intégrale pour la sauvegarde de la maison commune. In: REVOL, F.; RECAUD, A. *Une encyclique pour une insurrection écologique des consciences*. Paris: Parole et Silence, 2015. p. 17-202.

REBORATTI, C. Un mar de soja: la nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias. *Revista de Geografía Norte Grande*, Santiago, v. 43, p. 63-76, mayo 2010.

SADLER, A. *Investigating the human costs of contemporary GM corporations*, 2023. Disponible en: <https://www.ed.ac.uk/global-agriculture-food-systems/gaafs-news/blogs/investigating-the-human-costs-of-contemporary-gm-c>. Acceso en: 26 dic. 2023.

- SALAZAR, E.; MONTENEGRO, G. Genetically modified crops in Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, Santiago, v. 36, n. 3, p. 353-368, sept. 2009.
- SANTOS, E. *La internacionalización de la producción agro-alimentaria y el comercio agrícola mundial*. Implicancias para el desarrollo agrícola y rural de América Latina y el Caribe. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano, 1992.
- SEMENT DE FRUTOS, J. A. Transgénicos en *Laudato Si'*. Una visión integradora. *Revista de Fomento Social*, Sevilla, v. 71, n. 281, p. 229-233, enero 2016.
- SERALINI, E. *et al.* Conflict of interests, confidentiality and censorship in health risk assessment: the example of a herbicide and a GMO. *Environmental Sciences Europe*, Heidelberg, v. 26, n. 13, jun. 2014. Disponible en: <http://www.enveurope.com/content/26/1/13>. Acceso en: 26 dic. 2023.
- SHIVA, V. Defending farmers seed's freedom. *ANTYAJAA Indian Journal of Women and Social Change*, Nova Délhi, v. 1, n. 2, p. 205-220, 2016.
- SISTEMA DE INFORMACIÓN SIMPLIFICADO AGRÍCOLA (SISA). *Trigo 2021-2022*, 2022. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if_sisa_trigo_21-22_vf.pdf. Acceso en: 26 dic. 2023.
- SLUTZKY, D. Los conflictos por la tierra en un área de expansión agropecuaria del NOA. La situación de los pequeños productores y los pueblos originarios. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, Buenos Aires, v. 23, n.2, p. 59-100, jul./dic. 2005.
- SLUTZKY, D. Los cambios recientes en la distribución y tenencia de la tierra en el país con especial referencia a la región pampeana: nuevos y viejos actores sociales. *Documentos de Trabajo del Centro Interdisciplinario de Estudios Agrarios*, Buenos Aires, v. 6, p. 141-173, 2010.
- SKIDMORE, M. *et al.* Agricultural intensification and childhood cancer in Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 120, n. 45, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.2306003120>. Acceso en: 26 dic. 2023.
- TAGLIABUE, G. The EU legislation on "GMOs" between nonsense and protectionism: An ongoing Schumpeterian chain of public choices. *GM Crops & Food*, v. 8, n.1, p. 57-73, feb. 2017.
- TEUBAL, M. Soja y agronegocios en la Argentina: la crisis del modelo. *Laboratorio*, v. 10, n. 2, p. 5-7, enero 2008.
- TRIGO, E. J. *Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina*, 2016. Disponible en: <https://www.fiba.org.ar/wp-content/uploads/2016/12/informe20gm.pdf>. Acceso en: 26 dic. 2023.
- TULONE, A. *et al.* Main intrinsic factors driving land grabbing in the African countries agro-food industry. *Land Use Policy*, v. 120, jun. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106225>. Acceso en: 26 dic. 2023.
- TURKSON, P. K. A. Per un dialogo autentico sugli OGM. *Aggiornamenti Sociali*, n. 4, p. 278-291, 2014.
- USLU, T. Advantages, risks and legal perspectives of GMOs in 2020s. *Plant Biotechnology Reports*, v. 15, n. 6, p. 741-751, oct. 2021.

VICENTE, L.; ACEVEDO, C.; VICENTE, C. (Coords.). *Atlas del agronegocio transgénico en el Cono Sur*. Monocultivos, resistencias y propuestas de los pueblos. Buenos Aires, 2020. Disponible en: <https://www.biodiversidadla.org/Atlas>. Acceso en: 26 dic. 2023.

VIEIRA, M. Uma luta de mais de 20 anos. *Agroecología*, v. 12, n. 2, p. 11-17, 2017.

WHITE, B.; VAN DER PLOEG, J. D. Changing demographics and smallholder futures. In: HERREN, H. *et al.* *Transformation of our food systems*. The making of a paradigm shift, 2020. Disponible en: <https://www.globalagriculture.org/fileadmin/files/weltagrarbericht/IAASTD-Buch/PDFBuch/BuchWebTransformationFoodSystems.pdf>. Acceso en: 26 dic. 2023.

ZHANG, W. *et al.* Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the National Academy of Environmental Sciences*, v. 1, n. 2, p. 125-144, agosto 2011.

Presentado el 18.01.2024 y aprobado el 01.04.2025.

Cristián Borgoño Barros es doctor en bioética pelo Ateneo Pontificio Regina Apostolorum. Profesor Asistente de Teología Moral en Facultad de Teología de Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. [Orcid.org/0000-0001-5608-9807](https://orcid.org/0000-0001-5608-9807). E-mail: cborgono@uc.cl

Dirección: Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Teología
Vicuña Mackenna 4860, Macul
7820436 Santiago, Chile

Editores: Márcia Eloi Rodrigues y Franklin Alves Pereira