

**RIESGOS Y BENEFICIOS DE LA TRANSGENESIS EN LOS ANIMALES Y
HOMBRES**

RISKS AND BENEFITS OF TRANSGENESIS IN ANIMALS AND MEN

Ing. Wendy Moreno Echevarría¹ (0000-0001-9475-2999), Universidad de Matanzas,

wendy.moreno@umcc.cu

M. Sc. Lilibeth Rodríguez Izquierdo¹ (0000-0001-9853-2918)

Dr. C. Agustín Beruvides Rodríguez¹ (0000-0002-8525-6595)

Resumen

Este trabajo pretende profundizar en los aspectos más importantes de una de las tecnologías más recientes y polémicas de los últimos tiempos, se hará énfasis en el desarrollo y utilización de dicha tecnología donde se abordarán principalmente los riesgos y beneficios que trae consigo su uso tanto en plantas (alimentos transgénicos), como en los animales y el hombre. Los resultados de una búsqueda de información exhaustiva evidencian claramente como, por sus correspondientes motivos e intereses, esta tecnología innovadora se encuentra dividida en defensores y detractores. Lo cierto es que la biotecnología ha permitido un gran avance científico técnico y ha estado dando pasos hacia una vida mejor, aunque no se debe dejar de lado que no hacer un uso adecuado y controlado de dicha herramienta puede poner en riesgo nuestras vidas y la de las futuras generaciones; lo que hace concluir que no se trata de catalogarla ni en buena ni en mala, solo es cuestión de darle un uso racional, controlado, sostenible y consciente.

Palabras claves: *beneficios; biotecnología; riesgos; transgénicos.*

Summary

This work aims to delve into the most important aspects of one of the most recent and controversial technologies of recent times, emphasis will be placed on the development and use of said technology where the risks and benefits that its use brings with it both in plants will be addressed mainly (transgenic foods), as in animals and man. The results of an exhaustive search for information clearly show us how, for its corresponding reasons and interests, this innovative technology is divided into defenders and detractors. The truth is that biotechnology has allowed a great scientific and technical advance and has been taking steps towards a better life, although it should not be overlooked that not making an adequate and controlled use of this tool can put our lives and that of future generations; which makes us conclude that it is not a question of classifying it as good or bad, it is only a matter of giving it a rational, controlled, sustainable and conscious use.

Keywords: benefits; biotechnology; risks; transgenic.

En los últimos años grandes han sido los avances en el campo de las ciencias, lo que ha devenido, según algunos, en la tercera revolución científica. La Biotecnología es una de las ciencias que se ha desarrollado a pasos agigantados. Su impacto en la salud humana, animal, en la agricultura y en la industria la revela según Lara (2021) como una ciencia transformadora que ha traído enormes beneficios para la humanidad.

Cornejo *et al.* (2015) plantea que todo lo relacionado con los alimentos transgénicos es un tema de discusión. Unos hablan de presuntos riesgos y enormes posibilidades; otros, por el contrario, de enormes riesgos y pocas posibilidades. Pero la falta de transparencia informativa y una serie de estrategias poco afortunadas por parte de algunos han propiciado, en gran parte de la opinión pública, un clima de desconfianza y rechazo hacia los alimentos transgénicos.

En la década del 70 se construyó el primer animal transgénico (ratón) y se fundó la primera empresa de Ingeniería Genética, *Genentech Incorporated*, que clonó el gen de la hormona somatostatina y que en 1978 construyó una cepa de *Escherichia coli* (*E. Coli*) productora de insulina humana que sustituyó a las de vaca o cerdo utilizadas hasta el momento (Tormo, 2012).

La Ingeniería Genética en plantas nació en 1980, cuando se obtuvo los primeros transgénicos mediante el sistema presente en la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* y el plásmido pTi. Un hito importante en la agricultura transgénica se produjo cuando la *Federal Drug Agency* declaró que los alimentos transgénicos no son inherentemente peligrosos y que no requieren regulaciones especiales (Tormo, 2012).

Las primeras pruebas con cultivos transgénicos de tabaco se llevaron a cabo casi de forma simultánea en Francia y en los Estados Unidos en 1986 y, unos años más tarde, en 1992, se comenzó a cultivar en China una planta de tabaco transgénico resistente a ciertos virus cuya comercialización fue iniciada en 1993. Finalmente, en 1994 se aprueba la comercialización del primer alimento modificado genéticamente, los tomates (Pellegrini, 2013). Por lo que, en el año 2000, 130 países aprobaron el Protocolo Internacional de Biosanidad que ordena identificar los alimentos transgénicos.

Durante el siglo pasado la mejora se ha convertido en una ciencia avanzada que utiliza herramientas moleculares y que ha tenido un éxito notable en el objetivo de buscar variedades productivas y resistentes a las enfermedades. Las técnicas de transformación abrían la puerta a buscar en cualquier especie un gen que proporcionará a una planta una característica nueva y fuera interesante para la agricultura (Sudakn, 2012).

Esta ha devenido en grandes logros como la terapia génica y la producción de fármacos y alimentos, pero existe un profundo debate a su alrededor debido a las consecuencias negativas que podría provocar a nivel medioambiental y a la salud del hombre y a lo que representa la manipulación de genes humanos con fines muy lejanos a su bienestar lo que frena, de algún modo, el desarrollo de la genética en este campo.

Ciertamente la tecnología molecular genética presenta una potencialidad a veces muy superior a los conocimientos de los seres humanos y como cualquier otra técnica puede ser utilizada con fines antisociales. Es deber de los científicos la divulgación de los posibles avances y perjuicios que puedan tener estas tecnologías para que la sociedad decida libremente y con conocimiento de causa la aplicación que desee de ellas, partiendo del principio de que la información contenida en el ADN es un patrimonio que puede y debe ser utilizado para beneficio de la humanidad (Montanari, 2014).

Las principales causas del dilema público entorno a la transgénesis son que actualmente se tienen pocos conocimientos en cuanto a los efectos adversos que podría acarrear a largo plazo para el ecosistema, la salud de los consumidores de alimentos transgénicos y la falta de información fidedigna principalmente. Se hace necesaria la realización de estudios dirigidos a evaluar estas áreas a pesar de las limitaciones respecto al tiempo y al objeto de estudio en estos casos, en los que generalmente son animales de experimentación, y muchas veces las dosis de alimentos que se deben usar para llegar a un rango de seguridad son excesivas para el consumo (Lara, 2021).

Importancia y beneficios de la transgénesis

Los defensores de los productos transgénicos proponen no ya su inocuidad, sino su conveniencia por arrojar importantes beneficios sociales. Una producción transgénica favorecería la producción agrícola y ganadera (cosechas resistentes a plagas o a condiciones climatológicas adversas, multiplicación de cosechas, incremento notable de productos alimenticios que pudieran paliar el hambre y la carestía), la posibilidad de medicamentos y productos médicos, los xenotrasplantes, la selección de razas más productivas y resistentes (Lacadena, 2016).

Uno de los avances en este campo es que se convierte a las bacterias transgénicas en potentes biorreactores capaces de sintetizar productos de interés comercial, farmacéutico e industrial. Estos organismos permiten una producción a gran escala y a precios reducidos de proteínas humanas y productos variados. Actualmente se construyen cepas bacterianas que desarrollan capacidades nuevas para el desarrollo de ciertas funciones de interés ecológico y sanitario que son capaces de degradar eficazmente compuestos tóxicos y contaminantes (Rousselière, 2019).

La transgénesis ha permitido crear plantas inmunes a la acción de los insectos y permite obtener plantas que no requieran tratamientos insecticidas. Una de las plantas transgénicas autorizadas en los Estados Unidos es el tomate "Flavr-Savr", al que se le ha inactivado la síntesis de una proteína causante del decaimiento del fruto. En estas plantas los tomates pueden ser recolectados ya maduros, y se mantienen sin decaer durante largos períodos de tiempo, sin necesidad de cámaras frigoríficas. Lógicamente las cualidades organolépticas de estos tomates son superiores a las de los "normales", que tienen que recogerse antes de la maduración y realizarla por medios artificiales. Por otra parte, se habla a favor de la creación de plantas transgénicas resistentes a metales pesados que sean incorporados en la misma para descontaminar vertidos (Ardisana *et al.*, 2016); plantas

frutales con mayor contenido en fructosa; café con el gen de la cafeína inactivado; plantas de lino y algodón con coloración; plantas resistentes a la sequedad y a la alta salinidad o que sean capaces de incorporar nitrógeno sin necesidad de recurrir a abonos, que sus semillas contengan todos los aminoácidos necesarios para la alimentación animal y humana, y que incorporen ciertas vitaminas para su consumo en áreas de malnutrición; plantas resistentes a enfermedades víricas y que sintetizen vacunas; árboles de rápido crecimiento, menor contenido en lignina y mayor en celulosa; tabaco sin nicotina y plantas oleaginosas con aceites beneficiosos para el consumo humano, entre otros (Gómez *et al.*, 2019).

La transgénesis se aplica a todos los organismos con interés comercial. La empresa *Aqua Bounty* construyó un salmón atlántico transgénico que incorpora en su dotación genética el ADN codificante de la hormona del crecimiento del salmón real. La incorporación de estos genes según Tonelli *et al.* (2017) ocasiona un crecimiento el doble de rápido que un salmón normal porque llega al tamaño adulto a los 17 meses frente a los 30 que tardan los salmones silvestres o de piscifactoría. Esto abarata enormemente los costos de producción y las características nutricionales y organolépticas son idénticas a las del salmón silvestre; sin embargo, su comportamiento es diferente porque es un animal más voraz y agresivo que sus congéneres no modificados genéticamente. Para evitar la propagación descontrolada de este organismo cuando eventualmente pueda escapar de las piscifactorías, la construcción ha sido diseñada para que estos animales sean exclusivamente hembras y estériles; sin machos y sin fertilidad difícilmente será posible su reproducción.

Se han construido vacas transgénicas de forma que su leche produzca más caseína, proteína mayoritaria de la leche y base del queso; de esta manera se incrementa la producción de queso a partir de la misma cantidad de leche. Estas vacas transgénicas se obtienen mediante la inserción de genes codificantes de caseína unidos a señales reguladoras que aumentan su expresión en glándulas mamarias (Gutman *et al.*, 2010). Aunque sean organismos modificados genéticamente (OMGs) no se diferencian básicamente de razas que hayan sido obtenidas mediante la selección de un carácter (en este caso leche con alto contenido en caseína). La diferencia estriba en que la selección natural es un proceso largo en el tiempo (siglos), mientras que con las técnicas de transgénesis se puede llegar al mismo resultado en un breve plazo de tiempo (años). Mediante la inserción de ciertos genes víricos en el genoma de los animales se puede conseguir su inmunización

a infecciones que disminuyen o incluso aniquilan poblaciones ganaderas, como, por ejemplo, la difteria.

A juicio de Garrels *et al.* (2016), la aplicación de la transgénesis en bacterias y plantas ha constituido un gran reto del que se esperan grandes beneficios pues la propiedad de biorremediación y biodegradación de las bacterias podría usarse a gran escala en un sin número de accidentes que a menudo ocurren, como el citado anteriormente del vertido de petróleo, en los que muchas veces el hombre cuenta con pocas herramientas para controlarlo o pudiera usarse en los casos de contaminación por radiaciones u otras sustancias corrosivas.

Respecto a su uso en plantas quizás constituya un camino en el que existen grandes desafíos pues no es menos cierto que la población mundial cada día va en ascenso y la disponibilidad de alimentos se presenta inversamente proporcional a este crecimiento y quizás el uso de alimentos transgénicos podría ser una vía para corregir esta situación, pero para ello primero hay que estar bien seguros de que la salud de los consumidores no corre ningún riesgo y que no se afecten el ecosistema y la biodiversidad porque el desarrollo de la ciencia debe ir encaminado al bienestar de la biosfera y de todos los que la habitamos y no a su destrucción.

La transgénesis en la línea germinal humana está prohibida en las legislaciones de todos los países, es decir, no está permitida la modificación genética de células reproductoras o de embriones bajo ningún concepto; sin embargo, se puede realizar la manipulación genética de células somáticas (células que mueren con el individuo y que no se perpetúan al no formar parte de la línea reproductiva). Así se abre una poderosísima herramienta para la corrección de defectos genéticos hereditarios causantes de diversas enfermedades mediante la sustitución del gen defectuoso por una copia del gen "sano".

Una terapia anticancerígena en fase de estudio es la inserción en las células del tumor de genes que tras su expresión transforman un compuesto inocuo en uno de carácter tóxico que mata a las células (Marfany, 2019). Así que la administración de este producto no afectaría a las células del individuo, sino que solo mataría a las células transgénicas (tumores).

La transgénesis se ha usado en el estudio de síndromes genéticos o enfermedades crónicas, así como en el trasplante de órganos de animales a humanos, el llamado xenotrasplante (Laugsch *et al.*, 2016). Mediante la inserción de determinados genes en ratones y animales de otras especies se

pueden estudiar, a ciencia cierta, las enfermedades, saber cómo funcionan y probar diferentes tratamientos hasta encontrar el mejor.

López *et al.* (2017) plantean que ha sido un hito cardinal para la transgénesis su aplicación en la industria biofarmacéutica, la terapia génica y el estudio de la fisiopatología de varias enfermedades, lo que ha contribuido a salvar y aumentar la calidad de vida de muchas personas, con el inconveniente de que no todos tienen acceso a estos recursos y de que, en la mayoría de los casos, los que tienen el dinero suficiente son los únicos en disfrutarlos y quedan miles de personas que hoy día mueren por falta de tratamientos como el caso de los que padecen de errores innatos del metabolismo y necesitan terapias de remplazos inaccesibles por sus altos costos.

Es una necesidad, más que obligación, transferir tecnologías a países subdesarrollados con el objetivo de salvar vidas humanas y satisfacer sus necesidades básicas. Respecto a la edición de genes en humanos esta debe ir encaminada a resolver lo concerniente al tratamiento de enfermedades sufridas por el hombre y no en vista de crear super hombres con fines eugenésicos, se debe respetar la no modificación de nuestra línea de células germinales y trabajar solo en la línea de células somáticas para evitar modificar el genoma de los hombres del futuro.

Riesgos y efectos negativos de la transgénesis

Los detractores de los productos transgénicos identifican una serie de riesgos para bienes jurídicos tan importantes como lo son la salud (individual y colectiva), el medio ambiente y la biodiversidad. En este sentido la Ingeniería Genética alteraría todas las limitaciones que la propia naturaleza pone para la relación entre organismos de especies alejadas o no emparentadas. Se argumenta que la manipulación operada en un producto transgénico no solo puede afectar a la salud del ser humano que los usa o consume sino al medio ambiente (afecta a la flora cuando se trata de productos vegetales) o a la biodiversidad (por eliminar especies o invadirlas) (Bachmann, 2019)

Desde una perspectiva ecológica hay una seria preocupación a la introducción de transgénicos en la naturaleza. Por un lado existe la posibilidad de que los genes puedan transferirse de unas plantas a otras, con lo que podría causarse un caos ecológico, planteado así por Reyes (2018) si se extendieran sin control ciertos genes, porque ocasionaría la desaparición de los insectos con los inimaginables efectos que esta situación tendría sobre la vida en la tierra; sin embargo, estos genes no son nuevos, existen y están presentes en la naturaleza, y no se transfieren de unas especies a

otras, sino que existe una importantísima contención biológica para la propagación de genes entre especies, pero el peligro de expansión de un carácter entre plantas de la misma especie (transgénicas y no transgénicas) es real a través de polinizaciones cruzadas.

Los miedos a los posibles efectos destructores sobre la salud de las personas y sobre el medio ambiente han ocasionado una restricción importantísima de su utilización en la agricultura, con ciertas excepciones que son cultivados intensamente sin que se haya detectado efecto adverso alguno (Oviedo *et al.*, 2020). Es importante destacar que una vez que se decida utilizar los cultivos transgénicos las personas a cargo deben realizar un uso consciente y responsable de ellos y tomar una serie de medidas de contención para evitar el escape al medio del polen de plantas transgénicas que pudiera conllevar a la polinización cruzada y a la pérdida de la biodiversidad producto de la migración de genes o del flujo de genes, lo que amenaza la extinción de especies salvajes o criollas. Desde el punto de vista económico-social es muy probable que se cree una dependencia económica de los agricultores a las grandes empresas que comercializarían las plantas transgénicas y los productos relacionados. Ejemplo de ello, es la Monsanto Company, multinacional estadounidense productora de agroquímicos y biotecnología destinados a la agricultura, con sede en San Luis, en el estado Missouri, ha construido plantas de soja resistentes al herbicida glifosato que son comercializadas junto con el propio herbicida, de modo que los campos cultivados con estas plantas pueden ser tratados con glifosato para eliminar las malas hierbas porque las plantas de interés son resistentes a este producto. Los transgénicos se diseñaron desde un modelo de producción industrial que tiende a la monopolización del mercado agrícola. Muchos plantean que se crearon para servir a las corporaciones; los gobiernos de todo el mundo se encuentran continuamente presionados por esas gigantescas compañías que buscan todo tipo de facilidades para vender masivamente y a cualquier costo social y ambiental sus mercancías (Casquier *et al.*, 2012).

Las secuencias transgénicas están patentadas, no son públicas, sino que tienen dueño, pertenecen a corporaciones particulares y, al contaminar los cultivos de maíz nativos, por ejemplo, que son bienes públicos, sus semillas pueden ser intercambiadas sin restricciones de título de propiedad. Lo anterior abre la posibilidad de que ese recurso público se vuelva privado, y eso tendría consecuencias muy importantes para el mantenimiento a largo plazo de la diversidad. La introducción de este paquete tecnológico aumenta la dependencia de los agricultores respecto a las

grandes empresas transnacionales proveedoras de semillas e insumos agrícolas (López, 2019). La concentración y la explotación privada de estas tecnologías en manos de un pequeño conjunto de empresas transnacionales podría no solo generar las condiciones para que haya abusos de posición dominante por parte de las empresas (precios excesivamente altos de las semillas o los agroquímicos), sino también hacer que la investigación en OGMs se oriente exclusivamente en función de los criterios de rentabilidad privada de las firmas al ignorar las necesidades de los agricultores o mercados que no sean atractivos desde el punto de vista económico. Existen casos de campesinos que han sido demandados y encarcelados por empresas como la Monsanto por haber utilizado, sin darse o no cuenta, sus productos "legalmente patentados" sin autorización.

La mercantilización de la vida se ha hecho presente con el advenimiento de las patentes biotecnológicas de las grandes transnacionales; hoy los seres humanos somos capaces de reprogramar las células y crear especies que antes no existían de acuerdo a intereses económicos, sociales, políticos y culturales. Estas patentes constituyen una amenaza para la comunidad científica pues los que no tienen acceso a ellas no pueden reproducir estas investigaciones, ni tan siquiera utilizarlas; además crean una mayor dependencia de los campesinos y países subdesarrollados a los países ricos y a las transnacionales porque se han creado mecanismos moleculares que impiden la reutilización de las semillas para las cosechas sucesivas y el campesino tiene que pagar regalías al creador o la mejor de estos OGMs (González, 2011).

El 80 % de los cultivos modificados genéticamente, particularmente de maíz, soya, canola, algodón y remolacha, están dirigidos específicamente a la introducción de genes resistentes al glifosato.

Otro riesgo importante de la transgénesis es que gran parte de las transferencias genéticas y de las multiplicaciones de genes son mediadas por vectores, los que portan consigo algunas particularidades indeseables: en ocasiones provienen de virus patógenos, de plásmidos bacterianos y de otros elementos genéticos móviles (transposones) con capacidad para insertarse en el genoma celular receptor y dañarlo; pueden transgredir las barreras entre especies, generar resistencia antibiótica y aún superar los mecanismos de defensa que le permitirían al organismo receptor identificar y destruir el ADN extranjero. Los riesgos anotados son difíciles de cuantificar y, de alguna manera, son los que permiten diferenciar este procedimiento inédito del procedimiento convencional o tradicional (Aparisi, 2004).

Gran parte de la controversia sobre los alimentos genéticamente modificados gira en torno de hasta qué punto son un riesgo y si vale la pena correrlo. Entre los riesgos y las preocupaciones en esta área están los siguientes:

- **Alergias:** los genes codifican proteínas y algunas de estas pueden provocar alergias. Son diversas las consecuencias de las alergias a los alimentos y la especial sensibilidad a éstos. Una reacción severa es el choque anafiláctico. Hay consecuencias menos severas, entre las que se encuentran la miliaria común y los efectos de malestar generalizado o gastrointestinal como diarrea o estreñimiento. La sensibilidad a los alimentos puede durar desde horas hasta días y pasar inadvertida por los exámenes de rutina utilizados para detectar alergias. Un ejemplo del efecto alergénico de los transgénicos fue el caso del intento de obtención de una soja transgénica con genes de la nuez de Brasil. La proteína principal de la nuez contiene un potente alérgeno que ocasionó que se suscitara alergia a la soja por parte de las personas que son sensibles a la proteína de la nuez de Brasil, a pesar de que las evaluaciones hechas con anterioridad a la comercialización de la soja mostraron resultados negativos. Por esa razón, el intento de obtención de una nueva soja tuvo que ser abandonado.

- **Resistencia a antibióticos:** para probar el éxito de la modificación genética practicada, en gran parte de los casos, se utilizan genes marcadores que tienen la característica de ser resistentes a algún antibiótico y se ha demostrado que fragmentos de ADN pueden transferirse a la flora intestinal humana nativa. Adicionalmente es importante destacar que la transferencia de resistencia antibiótica a los microorganismos que se desarrollan en el sistema intestinal es particularmente riesgosa en el caso de los grupos de alto riesgo. Una mutación en un gen de resistencia a un determinado antibiótico puede generar resistencia a todos los antibióticos de una misma familia; esta propiedad es transmitida a las siguientes generaciones. La situación sería extremadamente grave para individuos con inmunodeficiencia, ya sean personas con VIH (síndrome de inmunodeficiencia humana), leucemia o enfermos de cáncer que reciben radioterapia.

- **Preocupaciones por el uso de virus en las modificaciones genéticas:** como es sabido, en la construcción de los alimentos genéticamente modificados se insertan también secuencias genéticas de virus para activar los genes de interés introducidos (conocidos como promotores); sin embargo,

los efectos que estos fragmentos de virus pueden tener para la salud de los consumidores han sido poco estudiados.

- Otros: los efectos tóxicos de los alimentos transgénicos pueden llegar a ser severos e, incluso, letales. Si bien no es muy probable que se comercialice un alimento dañino, cantidades imperceptibles de ciertas sustancias que escapen a las pruebas de rutina de laboratorio o que no se encuentran contempladas en estas pueden acarrear efectos negativos a partir de su presencia y eventual acumulación en el organismo humano. Este fue el caso del suplemento alimentario L-triptófano obtenido a partir de la bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* genéticamente modificada que ocasionó una condición denominada mialgia eosinofílica, síndrome caracterizado por graves dolores musculares (mialgia) y por un incremento anormal de los leucocitos (eosinofilia), que provocó la muerte de al menos 37 personas, además de daños permanentes a 1 500 individuos en los Estados Unidos entre 1989 y 1991.

- Posibilidad de alterar el contenido nutritivo: un estudio independiente encontró que una variedad de soya transgénica específica contenía menores cantidades de fitoestrógenos que lo esperado. Si bien es cierto que los cambios en calidad y cantidad de nutrientes en los alimentos se presentan de forma natural, es preocupante el desconocimiento o la falta de evidencia que se tiene sobre los efectos que estas variaciones puedan tener sobre los organismos porque la manipulación genética hace que se acumulen en mayor cantidad estas variaciones al reducirse la posibilidad de alternar variedades que podrían subsanar las alteraciones precitadas.

No es menos cierto que la población en el planeta va en crecimiento y que los recursos con que se cuentan no son suficientes para alimentar a toda esta masa poblacional, por lo que se debe buscar la forma en que las nuevas tecnologías sean aprovechadas en este sentido, es decir, si se tiene una agricultura más productiva y se incrementan los rendimientos de las explotaciones, pero a la vez si se evitan la destrucción del medio ambiente y los daños a la salud humana, por lo que se necesita la educación de agricultores, empresarios y consumidores. Es necesario acabar con los efectos negativos que traen consigo las patentes biotecnológicas que producen la mercantilización de la vida, frenan el desarrollo científico en muchos casos e incumplen con el principio de que la información contenida en el ADN es un patrimonio que puede y debe ser utilizado para beneficio de la humanidad. Es pertinente brindar una información válida de las alternativas que ofrece la

transgénesis, lo que permitirá la participación libre de las personas en la toma de decisiones. Los consumidores tienen derecho a recibir información veraz sobre los productos que van a consumir, sobre los beneficios de los que podrían gozar y los posibles daños que podrían sufrir. De este modo cuentan con toda la información necesaria para optar entre consumirlos o no.

Referencias bibliográficas

- Aparisi, A. (2004). Alimentos transgénicos y derecho humano a la salud. *Cuad Bioét*, 53 (15), 59-76.
- Ardisana, H. E., Pérez, S., Moreira, R. y Millet, B. (2016). Perspectivas futuras e impacto social de las biotecnologías vegetales. *Alternativas*. 7 (2), 44-51.
- Bachmann, R.I. (2019). Evaluación de riesgos derivados de los organismos modificados genéticamente y la adopción de medidas de emergencia en el marco de la Unión Europea. *R C D A*, 10 (1), 1-45.
- Cornejo, M. A. y Rodríguez, E. (2015). Implicancias éticas y jurídicas en el desarrollo de la biotecnología transgénica. Reflexiones en torno a la tramitación de la ley de obtentores vegetales en Chile. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. *Revista Latinoamérica de Bioética*, 15 (2), 132-143.
- Garrels, W. Y, Talluri, T. R., Apfelbaum, R., Carratalá, Y. P., Bosch, P. Y e Pöttsch, K. (2016). One-step multiplex transgenesis via sleeping beauty transposition in Cattle. *Sci Rep*.
- Gómez, L. Y, Aznar, J. y Crispr-Cas, I. El mayor avance en técnicas de edición genética requiere una reflexión. *Ética*. <http://aebioetica.org/revistas/2019/30/99/171.pdf>
- González, J. (2011). La industria transgénica: Expropiación de la vida. *Nómad* 30 (2), 217-232.
- Gutman, G. E. y Lavarello, P. (2010). *Desarrollo reciente de la moderna biotecnología en el sector de la salud humana. Argentina*. CEUR-CONICET.
- Lacadena, J. R. (2016). *Historia "Nobelada" de la Genética (1900-2016). Concepto y Método. Segunda Addenda*. España. Madrid: Real Academia Nacional de Farmacia.
- Lara, L. A. (2021). Transgénesis: una aproximación a sus riesgos y beneficios. *Santa Clara: Acta Médica del Centro*, 15 (1), 141-155.
- Laugsch, M., Sergey, M. Y, Richter, C., Zimmer, A., Klink, B. y Schröck, E. (2016). *Functional restoration of gp91phox-oxidase activity by BAC transgenesis and gene targeting in X-linked chronic granulomatous disease*.

- López, P., Giles, M., Dugger, B., Oehler, A., Condello, C. y Krejciova, Z. (2017). A novel vector for transgenesis in de rat CNS. *Acta Neuropathol Commun*, 84 (5), 1-14.
- Marfany, G. (2019). Interrogantes y retos actuales de la edición genética. *Rev Bioét Der*, 47, 17-31.
- Montanari, A. L. (2014). Estudio del proceso de apropiación por patentes de la tecnología de transgénesis vegetal en Argentina. Tesis en opción al título de Máster en propiedad intelectual. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Oviedo-Bolaños, K. Y., García-González, J., Solano-González, S., Martínez-Debat, C., Sanchoblanco, C. y Umaña-Castro, R. (2020). Detección de p35S indicador transgenicidad en alimentos y algodón. *Agron Mesoam*, 31 (1), 209-221.
- Pellegrin, P. A. (2013). Anomalías en los comienzos de la transgénesis vegetal. Intereses e interpretaciones en torno a las primeras plantas transgénicas. *Rio de Janeiro: História, Ciências, Saúde- Manguinhos*, 20 (4), 1453-1471.
- Reyes, M. (2018). Transgénesis en plantas: miradas diferentes. *Rev Órbita Científica*. <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/484/716>
- Rousselière, D. (2017). Is biotechnology (more) acceptable when it enables a reduction in phytosanitary treatments? A European comparison of the acceptability of transgenesis and cisgenesis. *PLoS One*.
- Sudakn, J. (2012). Integrativ strategies for planetary heal th. En: Rakel, D. ed. *Integrative Medicine*. 2a ed. Philadelphia. Pa: Saunders El Sevier.
- Tonelli, F., Lacerda, S., Costa, G., Franca, L. R. y Resende, R. (2017). Progress and biotechnological prospects in fish transgenesis. 35 (6), 832-844.
- Tormo, A. (2013). *Fundamentos de la transgénesis*. https://flacso.org.ar/wpcontent/uploads/2013/07/Montanari_Ana-C09-10.pdf