

# Desafios bioéticos en la Transgénesis Animal

*Bioethical challenges in animal transgenesis*

*Desafios bioéticos na transgênese animal*

Miguel Andrés Capó\*

James Drane\*\*

**RESUMEN:** El término animal transgénico se refiere a un animal cuyo genoma ha sido deliberadamente modificado, se usa la palabra transgénico como una variante animal originada tras la introducción de un gen, o genes, en su genoma. Algunas personas consideran que esta mezcla de material genético entre especies, o la creación de quimeras, que en ocasiones es parte de la estrategia técnica para la obtención de un animal transgénico, altera el concepto de “especie” y es una intervención antinatural que podría interferir en la concepción de lo que hace que un animal sea tal. En respuesta a estos problemas morales se argumenta que en la ingeniería genética no hay mezcla de genomas, sino que únicamente se transfieren uno o dos genes, una pequeña fracción del genoma de la mayoría de las especies receptoras. Además, no se debe olvidar que muchos genes están conservados entre diferentes especies, por lo que la presencia de determinadas secuencias no parece que sea lo determinante a la hora de definir la esencia de una especie. La ciencia ha cedido su lugar y su prestigio a la técnica que pretende ser esencialmente productiva; el planteamiento ético es su uso. Desde un punto de vista global es importante señalar que la utilización de animales modificados genéticamente, cuyo control es constante, está generando importantes beneficios científicos y sanitarios, y que en el futuro puede producir significativas aplicaciones de interés industrial. Pero se recomienda cautela en esas prácticas.

**PALABRAS CLAVE:** Bioética. Animales Modificados Genéticamente. Biotecnología.

**ABSTRACT:** The term *transgenic animal* refers to an animal whose genome has been deliberately modified. The word transgenic is used to describe an animal changed due to the introduction of a gene or genes in its genome. Some people consider this mixing of genetic material between species, or the creation of chimeras, to alter the concept “species”. It may also be seen as an unnatural intervention that could interfere in the conception of what define such an animal. In response to the moral problems derived from this scientific practice, it is argued that in most cases there is not a mixture of these engineered genomes, but only an action of transferring only one or two genes from one to the other. Also, perhaps it may be useful to keep into account that many genes are conserved among different species, so that the presence of certain laboratory sequences do not seem to be the determining factor when it comes to defining the essence of a species. Science has been conceding too much prestige to technique, which essentially seeks to be productive, and an ethical approach is different from productivity. From a global point of view it is important to note that the use of genetically modified animals, whose control is constant, is generating significant scientific and health benefits and that this may in the future produce significant applications of industrial interest. However, caution is recommended in this type of practice.

**KEYWORDS:** Bioethics. Animals, Genetically Modified. Biotechnology.

**RESUMO:** O termo animal transgênico refere-se a um animal cujo genoma foi modificado deliberadamente. A palavra transgênico é usada para descrever um animal modificado devido à introdução de um gene ou genes em seu genoma. Algumas pessoas consideram que essa mistura de material genético entre espécies ou a criação de quimeras altera o conceito de “espécie”. Ela também pode ser vista como uma intervenção não natural que pode interferir no conceito do que define o animal envolvido. Em resposta aos problemas morais advindos dessa prática científica, sustenta-se que na maioria dos casos não há uma mistura desses genomas de engenharia genética, mas apenas uma ação de transferir só um ou dois genes de um animal a outro. Também, possivelmente pode ser útil levar em conta que muitos genes se conservam entre espécies diferentes, de modo que a presença de certas sequências de laboratório não parece ser o fator vital da determinação quando está em jogo a definição da essência de uma espécie. A ciência tem concedido demasiado prestígio à técnica, que essencialmente procura ser produtiva, e uma aproximação ética é diferente da produtividade. De um ponto de vista global, é importante observar que o uso de animais geneticamente modificados, cujo controle é constante, está gerando significativos benefícios científicos e para a saúde e que esses desenvolvimentos podem vir no futuro a produzir aplicações relevantes de interesse industrial. Contudo, a prudência é recomendada nesse tipo da prática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioética. Animais Geneticamente Modificados. Biotecnologia.

## TRANSGÉNESIS ANIMAL

En las últimas décadas, y debido sobre todo al enorme avance en los conocimientos sobre las bases moleculares de las enfermedades, ha surgido la necesidad de disponer de modelos genéticamente definidos, es decir, modelos en los cuales las mutaciones genéticas que predisponen o participan en el desarrollo de la enfermedad puedan ser controladas. Esta necesidad, unida al gran avance en tecnología para la manipulación genética, ha conducido al desarrollo de modelos animales modificados genéticamente, es lo que llamamos “animal transgénico”.

El término animal transgénico se refiere a un animal cuyo genoma ha sido deliberadamente modificado, mediante transferencia de un ADN exógeno, en todas sus células, incluidas las germinales. En 1981, Gordon y Ruddle acuñaron la palabra transgénico como una variante animal originada tras la introducción de un gen, o genes, en su genoma, y Palmiter y Brinster en 1986 describieron la introducción de genes en células de la línea germinal<sup>a</sup>.

Actualmente existen otros términos para referirnos a un organismo transgénico, por ejemplo, el término OMG (organismo modificado genéticamente), término que se aplica esencialmente a plantas transgénicas, aunque en sentido estricto podría incluir a todo tipo de organismos genéticamente modificados, incluidos, también microorganismos.

Más recientemente se tiende a utilizar el término AMG (animal modificado genéticamente) para referirse a animales transgénicos.

## ASPECTOS ÉTICOS

Puesto que la creación de animales transgénicos es una de las aplicaciones actuales de la tecnología del ADN recombinante, el análisis sobre su seguridad y sobre las implicaciones éticas de su utilización forma parte del debate social y traspasa las barreras del análisis científico.

En este momento, la utilización de animales transgénicos, o animales modificados genéticamente, representa una de las herramientas de investigación más potentes y completas de las ciencias biológicas.

Ésta es, por tanto, la causa principal por la que el ser humano debe tratar humanamente a los animales: por el respeto que se debe a sí mismo. El ser humano no puede degradar su dignidad con una conducta que no tenga en cuenta el sufrimiento animal; y, si lo permite o lo produce, ha de ser por razones suficientemente serias, a su pesar.

Obviamente, esta conducta que respeta la dignidad humana, implica que el ser humano capta adecuadamente el valor de los seres vivos y de la naturaleza, y la necesidad de legar a los seres humanos de generaciones futuras un mundo en buenas condiciones, sin una degradación excesiva producida por su deseo egoísta de aprovechar lo presente sin previsión del futuro; pero el punto clave por el que el ser humano debe hacer todo esto es el mantenimiento de su propia dignidad<sup>b</sup>.

Como ocurre con otras aplicaciones de esta tecnología, nuestras sociedades se debaten entre dos visiones a priori contrapuestas. Por un lado, nunca antes había existido una mayor sensibilidad ética por el respeto a la utilización de los animales. Por otro, las aplicaciones de esta tecnología alcanzan campos que tienen un enorme interés social y económico y su utilización puede derivar en considerables beneficios para la humanidad.

Esta doble vertiente es responsable de que existan diferentes sensibilidades en cuanto a la utilización de los animales (transgénicos o no). Así, algunas personas defienden la abolición del uso de los animales en base a los derechos de estos organismos, mientras que otras defienden que la sociedad está legitimada para utilizar los animales, independientemente de si se considera que los animales tienen derechos o no. Este debate, que no es exclusivo de los animales transgénicos, sirve sin embargo como marco para algunos argumentos contrarios a su utilización, sobre todo en lo que tiene que ver con su aplicación a la experimentación.

## ASPECTOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

La transgénesis animal incluye la adición, sustitución o inactivación de uno o varios genes y sus aplicaciones incluyen el terreno de la investigación básica (creación de animales modelo para el análisis de patologías

a. El primer ratón transgénico de laboratorio se remonta a 1974, llamado Ratón de Brinster; actualmente existen unas 1.000 cepas de ratones *knock-out*, un *knock-out* es un animal mutante que carece de la expresión específica de un gen, eliminado por mutación génica.

b. Evidentemente, para poder apreciar esta diferencia entre el ser humano y los demás animales, y afirmar la superioridad del ser humano, es necesario partir de una serie de observaciones que muestren las similitudes y diferencias entre el ser humano y otros animales; en este sentido, ofrece una descripción razonable el capítulo 2 de Fox<sup>1</sup>.

animales y humanas, descubrimiento de nuevas terapias, etc.), la alimentación (mejora de caracteres productivos en ganadería, resistencia a enfermedades, etc.), la industria (síntesis de nuevos compuestos textiles, proteínas terapéuticas, etc.) y la medicina (posibilidad de xenotransplantes<sup>2</sup>, modelos para terapia génica, etc.), entre otros, que podemos resumir: Bases genéticas de enfermedades y diseños de terapia; Modelos para investigación de infecciones y terapia génica; Modelos como banco de pruebas de diferentes drogas y medicamentos; Diseños biotecnológicos en industrias agropecuarias; Modelos de animales para analizar los efectos de la modulación, activación o supresión de la expresión génica.

El estudio de síndromes genéticos o enfermedades crónicas; incluso también a generar nuevos fármacos para tratar diversas enfermedades, así como también el trasplante de órganos de animales a humanos, el llamado xenotrasplante. Los animales más comunes para este tipo de trasplantes son los cerdos, por sus similitudes con los humanos probablemente sean los que menos tasa de rechazo tengan.

En el caso de los fármacos, hoy en día se utilizan diversos provenientes de animales transgénicos: la insulina, la hormona del crecimiento y los medicamentos anticoagulantes son algunos ejemplos.

Mediante la inserción de determinados genes en ratones, se pueden estudiar a ciencia cierta las enfermedades, saber cómo funcionan y probar diferentes tratamientos hasta encontrar el mejor, creando ratones transgénicos que desarrollan varios tipos de cáncer.

Actualmente estos experimentos se han realizado principalmente en ratones, aunque se espera comenzar a hacerlo en animales más grandes, cuyas similitudes con los humanos sean mayores.

Además, los animales transgénicos mejoran cuantitativa y cualitativamente determinados elementos como la leche en el caso de las vacas, el crecimiento y la protección frente a enfermedades.

En el caso de la leche, las vacas transgénicas han logrado generar leche sin lactosa; así como también leche enriquecida que puede proporcionar una mayor nutrición a bebés y ancianos<sup>c</sup>. También existen pollos transgénicos que sintetizan proteínas humanas en la clara de los huevos.

## **PROCESOS BIOÉTICOS DE LOS ANIMALES TRANSGÉNICOS**

Si se conocen, la pregunta, será si seden poner límites para el desarrollo biotecnológico.

Los mismos científicos han reconocido que la ciencia no es capaz de predecir los riesgos y los impactos que puede producir la liberación al ambiente de los organismos modificados genéticamente sobre la biodiversidad, la salud humana y animal, el medio ambiente, y tampoco en los sistemas productivos y en la seguridad alimentaria.

La ciencia ha cedido su lugar y su prestigio a la técnica que pretende ser esencialmente productiva. Pretensión, por otra parte, legítima, cuando frente a cualquier tipo de conocimiento, nos preguntamos antes que nada, el uso de dicho conocimiento<sup>3</sup>, para ello planteamos: Propiciadora de que el ser humano interfiera en los procesos naturales sólo en forma mesurada -no maleficencia-; En forma razonablemente útil -principio de beneficencia-; En concordancia con la voluntad de todos los afectados -principio de autonomía- y de un modo ecuánime -principio de justicia.

Así, algunos argumentos en contra del uso de los animales transgénicos en investigación tiene que ver con una cuestión previa a su aplicación, como es que, en la creación de un animal transgénico, no se respeta la integridad genética de los animales ya que se produce la mezcla de material genético entre diferentes especies e incluso entre diferentes reinos (entre animales y plantas, por ejemplo). Algunas personas consideran que esta mezcla de material genético entre especies, o la creación de quimeras, que en ocasiones es parte de la estrategia técnica para la obtención de un animal transgénico, altera el concepto de "especie" y es una intervención antinatural que podría interferir en la concepción de lo que hace que un animal sea tal. En este pensamiento se plantean dudas sobre qué hace, por ejemplo, que un cerdo sea tal, caso de que lleve genes humanos.

c. En Canadá, fueron un poco más allá, y utilizaron los genes de una araña en una cabra, de forma que pudieron extraer seda de la leche de este último animal.

En respuesta a estos problemas morales se argumenta que en la ingeniería genética no hay mezcla de genomas, sino que únicamente se transfieren 1 o 2 genes, una pequeña fracción del genoma de la mayoría de las especies receptoras. Por ello, no se puede hablar de “humanización” del cerdo, cuando se transfieren genes humanos para conseguir un cerdo transgénico. Además, no se debe olvidar que muchos genes están conservados entre diferentes especies, por lo que la presencia de determinadas secuencias no parece que sea lo determinante a la hora de definir la esencia de una especie.

En cuanto a la trasgresión de la barrera de especie, la discusión, desde un punto de vista científico, es compleja ya que no siempre la barrera de especie es clara ni inmutable.

Uno de los criterios centrales ha sido siempre el de costo-beneficio. No en el sentido económico, sino en términos de conocimiento; o sea, qué conocimiento se ha obtenido a costa de los sufrimientos inflingidos a los animales de laboratorio.

Con ello nos planteamos el Balance ético, este equilibrio inestable entre beneficio-sacrificio, y buscar constantemente métodos alternativos.

Las tres erres<sup>4</sup> corresponden a las letras iniciales de los tres principios básicos que identifican a los métodos alternativos<sup>d</sup>: Reemplazamiento de los procedimientos que emplean animales por otros que no los precisen; Reducción en el número de animales utilizado; Refinamiento de los métodos usados.

Consideramos que como científicos deberíamos añadir una cuarta “r”, la de la Responsabilidad del científico<sup>e</sup>.

Según Jonas, “El hombre es el único ser conocido que tiene responsabilidad. Sólo los humanos pueden escoger consciente y deliberadamente entre alternativas de acción y esa elección tiene consecuencias”<sup>5</sup>.

Además, desde otra perspectiva, la investigación con animales tiene un costo económico elevado<sup>f</sup>; en muchos casos, ese costo se soporta con financiamientos públicos. De allí que la reiteración de experimentos positivamente inútiles encuentra otro obstáculo adicional.

Con ello, “Es perverso que el principal objetivo de ciertos activistas de los derechos de los animales sea la ciencia, precisamente el ámbito en el que hay mayor justificación moral para la muerte de animales”<sup>6</sup>.

Al margen de la valoración individual respecto a la utilización de animales para la alimentación o para otros usos relacionados con la investigación o con la producción industrial, e independientemente de la consideración moral que se tenga sobre la manipulación de los genomas animales, desde un punto de vista global es importante señalar que la utilización de animales modificados genéticamente, cuyo control es constante<sup>g</sup>, está generando importantes beneficios científicos y sanitarios, y que en el futuro puede producir significativas aplicaciones de interés industrial.

Se debe indicar asimismo que, desde el punto de vista técnico, los procedimientos actuales de transgénesis en animales y de la biotecnología se están superando<sup>h</sup>.

d. En 1986, mediante la Directiva 86/609/EEC, la Comunidad Europea insta a sus Estados miembros para que promuevan la legislación en torno a las “tres erres”, lo que vienen haciendo desde entonces aunque con diferente diligencia. Finalmente, la CE ha creado el Centro Europeo para la Validación de los Métodos Alternativos (ECVAM), situado en Ispira, Italia.

e. El progreso moral, que es el único progreso al que podríamos aspirar, se apoya en la responsabilidad, no hay ninguna persona ni ningún organismo que pueda responsabilizarse hoy por los resultados de toda esta experimentación dentro de 20 años.

f. Para poner en marcha un proyecto de investigación es necesario tramitar toda una serie de permisos y formar a todas las personas implicadas en el proyecto (cuidadores, titulados superiores y con formación especial).

g. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 29 de enero de 2000.

h. Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre Responsabilidad y Composición, anexo al Protocolo de Cartagena en 2010.

---

## REFERENCIAS

1. Fox MA. The Case for Animal Experimentation. An Evolutionary and Ethical Perspective. Berkeley (CA): University of California Press; 1986. 276 p.
  2. Petrocelli A, Rodriguez D, Spadafora C, Tamino G, Zannini P. In: Ravarotto L, Pegoraro R editores. Transgenesi, Clonazione, Xenotrapianto. Padova: Piccin; 2003.
  3. Pfeiffer ML. El riesgo biotecnológico: ¿ficción o realidad? Acta Bioeth. 2001 [acceso 22 Nov 2013];7(2)269-76. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-569X2001000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2001000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=en). DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2001000200008>.
  4. Russell WMS, Burch RL. The Principles of Humane Experimental Technique. London: Methuen & Co; 1959.
  5. Siqueira J. El principio de Responsabilidad de Hans Jonas. Acta Bioethica. 2001 [acceso 22 Nov 2013];7(2)277-85. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-569X2001000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2001000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=en). DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2001000200009>.
  6. Ballesteros J, Aparisi A, editores. Biotecnología, dignidad y derecho: bases para un diálogo. Navarra: EUNSA; 2004.
- 

Recebido em: 19 de março de 2014  
Aprovado em: 24 de abril de 2014