

# Modelos animales: Una necesidad en la investigación científica

## *Animal models: A necessity in scientific research*

Omar Ortiz Avila<sup>1</sup> y Claudia Isabel García Berumen<sup>2</sup>

Facultad de Enfermería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: omar.ortiz@umich.mx

**Resumen.** Los grandes avances que se tienen en la medicina y ciencias relacionadas a la salud, se deben en su mayoría al empleo de animales experimentales, que por décadas han sido la materia prima para este tipo de prácticas. Lo anterior ha sido causa de intensos debates en pro y en contra de su manejo, con la finalidad de continuar teniendo avances en la ciencia. Las diversas alternativas que se han propuesto para evitar el uso de animales, si bien ayudan a la generación de conocimiento, podrían arrojar resultados controversiales y poco confiables. Esto conduce a que deban ser respaldados en organismos vivos. Por lo tanto, el objetivo de este escrito es dar a conocer los pros y los contras del uso de los animales en las investigaciones biomédicas, contribuyendo así al conocimiento de este tema tan relevante y controversial al mismo tiempo.

**Palabras clave:** modelos animales, experimentos, bioética.

**Abstract.** The great advances in medicine and health-related sciences are largely due to the use of experimental animals, which for decades have been the raw material for this type of practices. The above has been the cause of intense debates by pros and cons its management, with the aim of continuing to make progress in science. Various alternatives that have been proposed to avoid the use of animals, although they help to generate knowledge, could yield controversial and unreliable results. This leads to them having to be supported in living organisms. Therefore, the aim of this writing is to make known the pros and cons of the use of animals in biomedical research, thus contributing to the knowledge of this relevant topic that and controversial at the same time.

**Keywords:** animal models, experiment, bioethics.



Figura 1. Modelos animales esenciales para el desarrollo y avance científico.

(Tomada de [https://www.freepik.es/foto-gratis/linda-rata-laboratorio-cristaler-a\\_71502728.htm](https://www.freepik.es/foto-gratis/linda-rata-laboratorio-cristaler-a_71502728.htm).

Licencia user: 148661409)

## Introducción

El uso de modelos animales en las investigaciones es un tema controversial en la actualidad. Aunque muchos avances en las áreas de medicina, farmacología, biología y biotecnología se deben a su uso, estos avances en la investigación han mejorado la calidad y la duración de la vida en todo el mundo. Por otro lado existen posturas en contra del uso de animales en la ciencia que apoyan firmemente los derechos de los animales.

Para poder tener una opinión crítica sobre este tema es necesario conocer a profundidad ambos puntos de vista. En este artículo se abordan los pros y los contras del uso de los animales en las investigaciones biomédicas con el objetivo de contribuir al conocimiento de este tema tan relevante y controversial al mismo tiempo.

## Características de los modelos animales

Podemos definir a un modelo animal como una especie no humana que se usa en la investigación biomédica ya que puede replicar algunos aspectos de un proceso biológico o de una enfermedad presentes en los seres humanos (Figura 1). Los resultados de los estudios en modelos animales se pueden extrapolar a los seres humanos para comprender mejor la fisiología y la patología debido a que su anatomía, fisiología o respuestas a patógenos se parecen lo suficiente (NIH, 2024).

Gracias a los modelos animales es que algunas investigaciones biomédicas pueden llevarse a cabo, puesto que realizarlas en seres humanos sería imposible y/o éticamente incorrecto (Andersen, 2019).

El uso de modelos animales debe estar completamente justificado es por los investigadores conocer y seguir todos los lineamientos establecidos para el manejo y uso de los modelos animales en proyectos de investigación, entre los que destacan el "Principio de las tres erres: Reemplazar, Reducir y Refinar" propuesto por los biólogos ingleses Russell y Burch en 1959, los cuales consisten en:

- Reemplazar: se refiere a métodos que eviten o sustituyan el uso de animales.
- Reducir: es cualquier estrategia que tenga como resultado el uso de un menor número de animales.
- Refinar: modificación y mejoramiento de las técnicas experimentales para minimizar el dolor, el sufrimiento y la angustia de los animales.

Además, en México la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud regulan las especificaciones para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio; reglas sobre su adquisición, espacio, alimentación, manejo, salud y eutanasia (Gutiérrez, 2019).

### Pros en el uso de modelos animales en las investigaciones biomédicas

El uso de los modelos animales en las investigaciones biomédicas ha generado algunos de los hallazgos que más han contribuido a mejorar las condiciones de salud de los seres humanos. Muchos de estos descubrimientos probablemente no se podrían haber logrado sin el uso de animales en las investigaciones (Fina et al., 2013).

Los animales son absolutamente imprescindibles en la investigación biomédica, porque nos permiten avanzar en el conocimiento de la fisiología y las enfermedades de una manera que no es posible conseguir por otros medios. Los animales son organismos complejos que permiten el desarrollo de investigaciones biomédicas en seres vivos muy parecidos a los seres humanos, por lo tanto, los resultados se pueden extrapolar a los humanos. Además, los avances que se han logrado con este tipo de investigaciones no solo mejora la salud humana, sino que también la de otros animales. Las especies de animales que comúnmente se utilizan en las investigaciones de presentan en la Figura 2.

Algunas de las ventajas que tiene el uso de modelos animales en la investigación son:

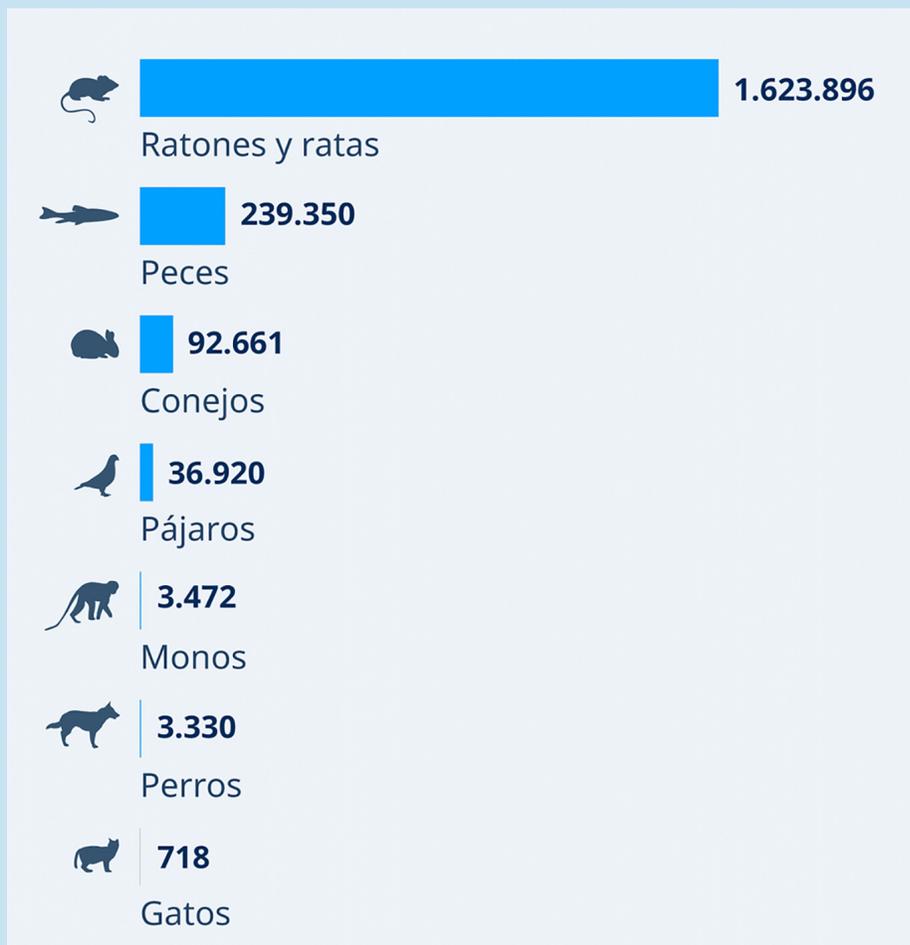


Figura 2. Experimentos con animales en Alemania en 2017. (Tomada de <https://dialoguemos.ec/2021/12/en-la-experimentacion-con-animales-es-valida-la-crueldad-2/>)

- Son fáciles de manejar y su mantenimiento es sencillo.
- Tienen un ciclo vital más rápido, lo que permite acelerar las investigaciones.
- Tienen un alto índice de prolificidad, lo que permite realizar réplicas y no poner en riesgo de extinción a la especie.
- Tienen un mayor control de las variables en una investigación.
- Se pueden establecer diversos modelos de enfermedades específicas.
- El mapeo del genoma permite generar mediante ingeniería genética modelos con características genéticas específicas.
- Se puede ajustar el número de animales (valor de n) a utilizar para obtener mejores resultados.

Debido a cuestiones éticas los nuevos tratamientos no se pueden probar directamente en seres humanos (ensayos clínicos), es por ello que se deben realizar estudios previos con animales (ensayos preclínicos). Estos últimos, permiten seleccionar los tratamientos más eficaces y descartar aquellos que puedan causar toxicidad, efectos adversos, y así reducir los riesgos sobre los seres humanos (Andersen, 2019).

Algunos ejemplos del uso de modelos animales en la investigación biomédica que han hecho posible que los seres humanos vivamos más y con mejor salud se muestran en la Tabla 1:

### Contras en el uso de modelos animales en las investigaciones biomédicas

Por décadas, el uso de animales de experimentación en la investigación ha generado intensos debates, ya que se

Tabla 1. Usos de animales en la investigación biomédica (Dominguez-Oliva, 2024)

Enfermedades infecciosas	Anti-suero de la difteria	Cuyos
	Estudios de tuberculosis	ratones, cuyos y bovinos
	Descubrimiento de la penicilina	Ratas
	Cultivo y vacuna del virus de la polio	ratones y simios
	Investigaciones sobre el VIH	ratones y simios
Enfermedades metabólicas y endocrinológicas	Estudios sobre el SARS-CoV-2	ratones y simios
	Descubrimiento de la insulina y mecanismo de la diabetes	conejos, perros y peces
Cáncer	Estudios sobre obesidad	ratones, perros, peces, nematodos, cerdos, ratas
	Estudios sobre las características y tratamientos contra el cáncer	ratones, perros
Farmacología y terapéutica	Estudios sobre el mecanismo de acción y la seguridad de los fármacos	ratones, ratas, conejos, cuyos, cerdos,
Cirugías y trasplantes	Avances quirúrgicos y diversas técnicas de trasplantes	perros, cerdos, simios, ratones, ratas,
Neurociencias	Estudios sobre autismo, Alzheimer, Huntington, Parkinson, epilepsia, lesiones cerebrales, etc.	ratas, cerdos, moscas de la fruta, simios, peces
Fisioterapia y rehabilitación	Técnicas como la estimulación transcutánea de nervios o electroacupuntura	ratas, perros, conejos

considera que solo se busca el beneficio del ser humano. Sin embargo, el uso de organismos modelo, incluyendo animales, es una de las principales estrategias para la generación de conocimiento, dado que permite un acercamiento al comportamiento de lo que podría ocurrir en el ser humano. Esto ha permitido, entre otras cosas, el desarrollo de diversos fármacos para el tratamiento y manejo de un gran número de enfermedades en las personas y en especies animales (Gallo et al., 2009). Sin embargo, se ha considerado que el uso de animales experimentales, va en contra de sus derechos. Jonathan Baron en su libro: *Against Bioethics*, señala que este tipo de prácticas van contra la integridad de las especies, el principio moral biológico que nunca debería ser alterado, además de ser contrarias a las leyes de la misma

naturaleza modificando el fundamento mismo de la biodiversidad animal. Es por ello, que se han propuesto principios y normas, en las que se consideran el empleo de procesos y uso de seres vivo en investigación con límites y restricciones para su uso y trato, evitando el mayor daño y sufrimiento. Es de resaltar que se han venido utilizando estas y otras alternativas, como las que se muestran en la Figura 3, las cuales han sido útiles para reducir el uso de animales experimentales. Existe una presión cada vez más fuerte a utilizar el menor número posible de animales, sin embargo, se debe tener en cuenta que, a menor cantidad de animales, la variabilidad en los resultados incrementa siendo estos poco concluyentes y que finalmente conducen a la necesidad de repetir el experimento e incrementar el número

de ejemplares, generando por lo tanto un conflicto ético. Por ello es útil realizar un cálculo para el tamaño de muestra mediante alguna herramienta como lo es la “ecuación de recursos”, la cual nos indica que, por ejemplo, para un estudio con animales en donde se tengan solo dos grupos experimentales el menor número de animales que se debe incluir en cada grupo son seis para que los resultados tengan validez estadística (Charan & Kantharia, 2013).

El cultivo celular, además de ser uno de los métodos alternativos a la experimentación animal, no violenta sus derechos, ya que únicamente se toma una pequeña muestra del tejido de interés.

Sin embargo, se debe ser cuidadoso en la interpretación de los resultados *in vitro* respecto a los resultados que se puedan encontrar en un sistema *in vivo*, ya que el cultivo celular es un sistema aislado y controlado, en donde solo se tiene un solo tipo celular, en ausencia de interacciones heterotípicas entre los diferentes tipos celulares y por ende las respuestas implicadas en la homeostasis *in vivo* son inexistentes. Por lo tanto, es un sistema en el que, si bien obtenemos información importante, con un bajo costo biológico, no sería confiable el resultado hasta que sea validado con experimentación *in vivo* (Resino, 2012).

El uso de inteligencia artificial, es uno de los modelos más utilizados en la actualidad, siendo muy eficaz, pero a la vez complicado por los tipos de bases de datos necesarios, la falta de personal calificado para el análisis de los datos, además de que su desarrollo y

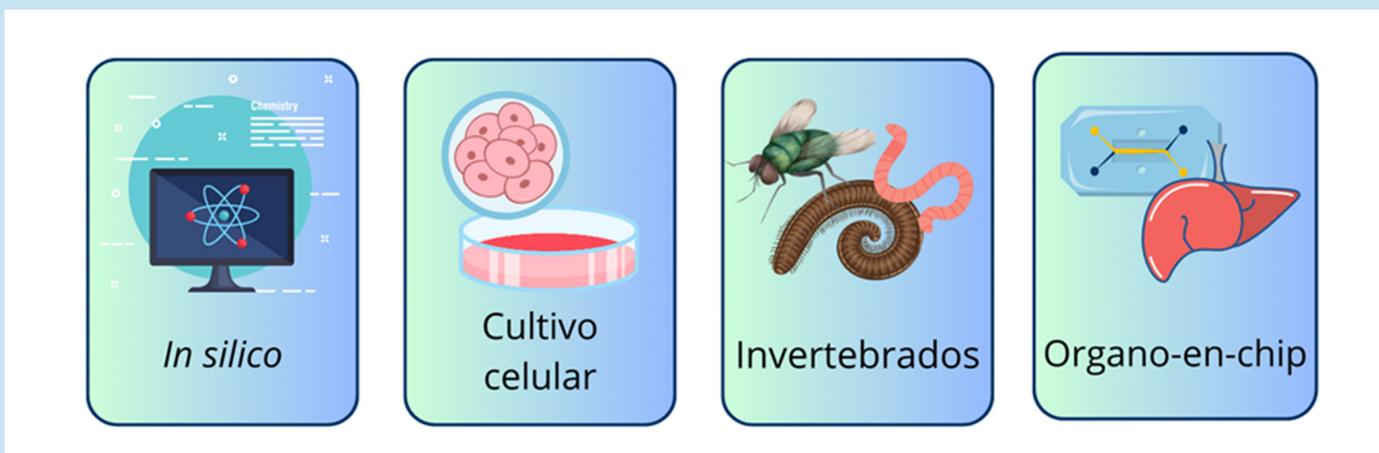


Figura 3.- Enfoques experimentales alternativos para reducir el uso de animales en estudios biomédicos. Modificada de Lee et. al., 2022.

mantenimientos son muy costosos (Fina et al., 2013).

Otro de los puntos en contra en el uso de modelos animales es el tiempo, ya que a diferencia de los estudios *in vitro*, los estudios *in vivo* son procesos largos, desde la aceptación del protocolo, hasta la experimentación y la obtención de resultados.

En este mismo sentido, también se debe considerar que los proyectos con animales son costosos económicamente hablando, ya que involucra no solo la compra de los ejemplares si no la alimentación y el tratamiento a realizar (uso de fármacos, dieta especial, estudios a realizar durante y después del sacrificio). Asimismo, nada garantiza tener éxito en cada animal empleado, aún cuando se trata de la misma especie cada uno responde de manera distinta al mismo tratamiento. Además de ello, hablamos de seres vivos que son susceptibles a infecciones y enfermedades.

En conclusión, los animales en la experimentación biomédica no pueden

ser sustituidos. Sin embargo, el desarrollo y empleo de alternativas podría ayudar a reducir el número de animales en las investigaciones, además de que las normativas internacionales y locales aseguran el empleo de buenas prácticas en el uso y cuidado de los animales en las investigaciones.

#### Referencias:

- Andersen, M. L., & Winter, L. M. F. (2019). Animal models in biological and biomedical research - experimental and ethical concerns. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências*, 91, e20170238. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170238>
- Charan, J., & Kantharia, N. D. (2013). How to calculate sample size in animal studies?. *Journal of pharmacology & pharmacotherapeutics*, 4(4), 303–306. <https://doi.org/10.4103/0976-500X.119726>
- Domínguez-Oliva, A., Hernández-Ávalos, I., Martínez-Burnes, J., Olmos-Hernández, A., Verduzco-Mendoza, A., & Mota-Rojas, D. (2023). The Importance of Animal Models in Biomedical Research: Current Insights and Applications. *Animals*, 13(7), 1223. <https://doi.org/10.3390/ani13071223>
- Fina, B. L., Lombarte, M., & Rigalli, A. (2013). *Investigación de un fenómeno natural: ¿estudios in*

*vivo, in vitro o in silico?* Gov.ar. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/21655/CONICET\\_Digital\\_Nro.25729.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/21655/CONICET_Digital_Nro.25729.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Gallo, C., Gimpel, J., Villarroel, R., López, C., Méndez, G., & Sotomayor, M. (2009). Aspectos bioéticos de la experimentación animal. *Santiago de Chile: Cuarto Taller de Bioética, Comité Asesor Bioética Fondecyt-Conicyt*.

Gutiérrez, R. (2019). Alternativas experimentales al uso de animales en laboratorios. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/alternativas-experimentales-al-uso-de-animales-en-laboratorios/>

Lee, S.Y., Lee, D.Y., Kang, J.H., Jeong, J.W., Kim, J.H., Kim, H.W., Oh, D.H., Kim, J.M., Shin-Jae Rhim, Kim, W.D., Kim, H.S., Jang, Y.J., Park, Y., Hur, S.J. (2022). Alternative experimental approaches to reduce animal use in biomedical studies. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, (68), 103131. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2022.103131>

NIH (National Human Genome Research Institute). (2024). Modelo animal. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Modelo-animal#>

Resino, S. (2012). Cultivo celular. *EMEI*. <https://epidemiologiamolecular.com/cultivo-celular/>



## Directrices para autores/as

La Revista Milenaria recibe propuestas originales de Divulgación, relacionadas con la Ciencia y el Arte, de temática libre. Los trabajos deberán tratar sobre hallazgos científicos, expresiones artísticas o presentar reflexiones sobre temas sociales, en un lenguaje claro y sencillo.

Los textos que deseen publicar, podrán postularse a través de la plataforma de Milenaria, Ciencia y Arte en la siguiente dirección: <http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/about/submissions>

El autor debe registrarse en el portal de la revista para obtener su clave de usuario y contraseña, con las cuales podrá ingresar y subir a la plataforma su manuscrito, así como continuar el proceso editorial, revisando el estatus del mismo.

Los manuscritos recibidos estarán sujetos a un proceso editorial que se desarrolla en etapas, donde los autores deberán atender cada una de las observaciones y sugerencias que se le indiquen durante las revisiones. Los trabajos serán revisados por pares evaluadores, miembros del comité editorial de la Revista Milenaria y por revisores externos.

La extensión de los manuscritos tendrá un máximo de 6 cuartillas (incluyendo referencias), deberán estar escritos en formato Word de 12 puntos e interlineado de 1.5 y tener tres autores como máximo (al menos uno con clave ORCID). Deberá incluir figuras con un pie descriptivo adecuado. Revise los trabajos previos en: [www.milenaria.umich.mx/ojs](http://www.milenaria.umich.mx/ojs)

Cada texto debe incluir: Título, identificación de los autores, resumen (de hasta 250 palabras), 3 palabras clave, traducción al inglés del título, resumen y palabras clave (title., abstract, key words), cuerpo del texto (en el que se podrán incluir subtítulos relacionados al tema) conclusión y referencias. Redactar en Formato de Divulgación para el público en general, evitando la estructura de textos de investigación.

La lista de referencias deberá incluir únicamente las obras que fueron citadas en el texto y que hayan sido publicadas, señaladas en el sistema de la American Psychological Association (APA). Las referencias se presentarán en orden alfabético, sin enumeración ni viñetas, y en caso de más de una referencia del mismo autor(es) deberán registrarse en orden cronológico, agregando DOI o URL de acuerdo a lo que corresponda.

No se publicarán los textos donde se transcriban citas de otros autores o propias publicadas en otras fuentes, sin hacer el señalamiento preciso.

Una vez emitido el dictamen, se notificará al autor el resultado del proceso correspondiente.

Comité Editorial

Facultad de Salud Pública y Enfermería, UMSNH.