



CIENCIAS DE LA SALUD

Ciencia Vital, Vol. 4, No. 2, abril-junio 2026

<https://doi.org/10.20983/cienciavital.2026.02.sal.03>
e0402SAL03

CIENCIA VITAL

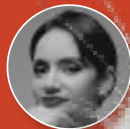
Revista de Divulgación Científica de la UACJ
2026 - INACAP

Ratones como organismo modelo de la endometriosis

Dr. Alejandro Martínez*¹

Dra. Flor Daniela Alday-Montañez²

Dra. Elisa Robles-Escajeda³



*1 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0003-3448-910X>
alejandromartinez@uacj.mx

2 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0002-9601-9026>

3 University of Texas at El Paso <https://orcid.org/0000-0002-0104-2857>



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES

RESUMEN

La endometriosis es una enfermedad crónica que ocurre cuando tejido similar al revestimiento interno del útero crece fuera de este órgano, provocando síntomas como dolor menstrual intenso, dolor durante las relaciones sexuales, molestias al orinar o defecar y dolor persistente en la pelvis y la espalda. Se estima que afecta al menos a una de cada diez mujeres en edad reproductiva, impactando su bienestar físico, emocional, social y laboral. A pesar de su alta frecuencia y relevancia social, sus causas y mecanismos aún no se comprenden por completo, lo que dificulta el diagnóstico temprano y el desarrollo de tratamientos más efectivos. Para avanzar en su estudio, la investigación biomédica utiliza ratones y ratas, conocidos como modelos murinos, organismos que comparten importantes características biológicas con los humanos y permiten analizar la enfermedad en condiciones controladas. Aunque estos animales no menstrúan de forma natural, los científicos han desarrollado métodos para reproducir aspectos clave de la endometriosis. Gracias a estos modelos, ha sido posible comprender mejor la enfermedad y acelerar la búsqueda de nuevas estrategias para mejorar la salud y la calidad de vida de millones de mujeres.

Introducción

Todas y todos conocemos a alguna mujer, ya sea nuestra amiga, madre, hija, hermana o incluso nosotras mismas, que padece un dolor menstrual tan intenso que llega a ser incapacitante. La sociedad nos ha impulsado a considerar que esto es normal, como si fuera una consecuencia inherente a la naturaleza femenina. Esta creencia ha estigmatizado el dolor menstrual, reduciéndolo a una condena silenciosa en lugar de un problema que requiere atención. Sin embargo, es fundamental comprender que esto no tiene por qué ser así. El dolor menstrual incapacitante no es normal ni es algo con lo que se deba aprender a vivir: es un síntoma, una señal mediante la cual el cuerpo indica que algo no funciona correctamente. Una de las principales causas de este dolor es la endometriosis.

La endometriosis es una enfermedad ginecológica crónica caracterizada por el crecimiento de tejido similar al revestimiento del útero (endometrio) fuera de este órgano. Esta condición genera dolor pélvico que frecuentemente resulta incapacitante y puede causar infertilidad. Clínicamente, el cuadro de dolor se clasifica en lo que se conoce como las “5D”: dismenorrea (dolor menstrual intenso), dispareunia (dolor durante o después de las relaciones sexuales), disquecia (dolor al defecar), disuria (dolor o molestias al orinar) y dolor pélvico crónico.

La dismenorrea es el dolor pélvico intenso y los calambres durante la menstruación que suelen empeorar con el tiempo y que, con frecuencia, no se alivian con analgésicos comunes. La dispareunia es el dolor persistente y profundo en la pelvis durante o después de las relaciones sexuales. La disquecia se define como el dolor al defecar, generalmente durante el periodo menstrual, asociado con la afectación del intestino o del recto. La disuria corresponde al dolor o las molestias al orinar cuando el tejido endometrial se localiza cerca o sobre la vejiga. Finalmente, el dolor pélvico crónico puede presentarse en la parte baja del abdomen o en la espalda y ocurrir en cualquier momento del ciclo menstrual.

Esta enfermedad ha sido subestimada en diversos sectores sociales y de salud, a pesar de afectar significativamente la calidad de vida de las mujeres en edad reproductiva. Su impacto es profundo, pues afecta la economía debido al ausentismo laboral. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce la endometriosis como una afección compleja y debilitante que requiere atención médica especializada. Aunque actualmente no existe una cura definitiva, un diagnóstico oportuno permite un manejo adecuado de los síntomas y mejora la calidad de vida de las pacientes [1].

A pesar de su alta prevalencia global, sigue siendo una condición cuyas causas son poco comprendidas e incluso poco conocidas en los ámbitos médicos y científicos. Los síntomas suelen normalizarse en el entorno familiar y social debido a los tabúes que atribuyen erróneamente al dolor menstrual incapacitante una característica inherente de la feminidad. En la práctica clínica es común que el dolor se asocie a una baja tolerancia, lo que retrasa el diagnóstico y deja



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES

desatendida la enfermedad. Simultáneamente, en el ámbito laboral persiste la estigmatización hacia las mujeres debido al ausentismo derivado de esta patología [2].

Este tejido endometrial fuera de lugar puede adherirse a los ovarios, las trompas de Falopio, el intestino, la cavidad abdominal y otros órganos abdominales; en casos excepcionales puede localizarse en otras partes del cuerpo, incluido el cerebro. Es importante reiterar que la endometriosis, con su dolor característico y su asociación con la infertilidad, afecta profundamente la salud física y emocional de las pacientes, así como su entorno familiar y social [1].

Uno de los mayores desafíos científicos radica en comprender el origen de la enfermedad y la gran diversidad de sus manifestaciones clínicas. Por ejemplo, algunas pacientes presentan dolor intenso con lesiones mínimas, mientras que otras presentan lesiones extensas con síntomas leves. A esto se suma que el principal método de diagnóstico y tratamiento es la laparoscopia, una cirugía mínimamente invasiva que permite observar el interior del abdomen mediante una cámara especializada. Este procedimiento es costoso y poco accesible, ya que requiere personal altamente capacitado, equipo especializado e instalaciones quirúrgicas adecuadas.

Además, el estudio directo de estos procesos en humanos se ve limitado por restricciones prácticas y éticas, como el difícil acceso a los tejidos afectados y la imposibilidad de probar tratamientos experimentales en etapas tempranas. Ante estas barreras, la investigación científica recurre habitualmente a organismos modelo, destacando el ratón como uno de los mamíferos más utilizados.

El presente artículo expone la relevancia de los ratones como modelos experimentales para el estudio de la endometriosis humana. Se revisan los avances obtenidos mediante su uso, sus principales limitaciones y sus aportaciones al desarrollo de mejores estrategias diagnósticas y terapéuticas, con el fin de contribuir también al aumento de la conciencia social sobre la salud femenina.

Los ratones como aliados en el estudio de la endometriosis

Un organismo modelo es una especie biológica que la ciencia utiliza para estudiar procesos compartidos con otros seres vivos, incluidos los humanos. Estos organismos son elegidos por su facilidad de manejo, bajo costo y alta tasa de reproducción. Debido a que muchos mecanismos biológicos se han conservado durante la evolución, los hallazgos obtenidos en organismos modelo pueden aportar información útil para comprender procesos relacionados con la salud y la enfermedad humanas.

Su uso, bajo estrictas normas bioéticas, permite analizar procesos complejos de forma ética y controlada, facilitando avances importantes como el desarrollo de antibióticos, vacunas y terapias contra el cáncer y, en este caso, contra la endometriosis.

¿Por qué los ratones se utilizan tanto en la investigación biomédica?

El uso de ratones (*Mus musculus*) en estudios biomédicos es muy común porque comparten cerca del 95 % de sus genes con los humanos, lo que permite extrapolar muchos descubrimientos biológicos a nuestra especie. Además, su ciclo de vida breve y su alta capacidad reproductiva facilitan el estudio de varias generaciones en poco tiempo, ayudando a identificar factores genéticos y ambientales relacionados con las enfermedades.

Otra gran ventaja es que los ratones pueden modificarse genéticamente. Existen modelos en los que es posible activar o desactivar genes específicos para estudiar su función. Esto resulta clave en enfermedades complejas como la endometriosis, que involucran factores hormonales, inmunológicos y genéticos (Figura 1) [3].



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES

Sin embargo, en el caso de la endometriosis, el principal reto biomédico radica en que los ratones no menstrúan. A diferencia de las mujeres, su ciclo reproductivo no incluye sangrado ni desprendimiento de tejido uterino, por lo que no desarrollan endometriosis de forma natural. Esto ha motivado la creación de modelos experimentales donde, mediante diversas intervenciones, se inducen lesiones similares a las observadas en la enfermedad humana.

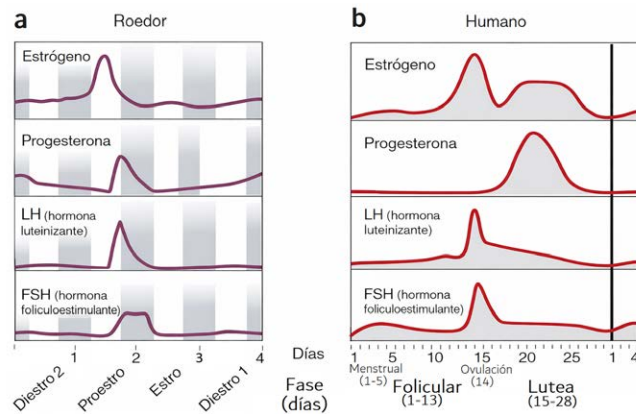


Figura 1. Los ciclos hormonales de la reproducción son similares entre las ratonas y las humanas. a) Las ratonas no presentan menstruación natural, ya que durante su ciclo estral el tejido endometrial se reabsorbe en lugar de desprenderse si no hay embarazo. b) En las mujeres, el tejido se desprende durante la menstruación cuando no ocurre la fecundación. En ambos casos, los perfiles hormonales responden de manera similar. Imagen modificada de Staley y Scharfman [4].

Endometriosis en ratones

Debido a la ausencia de menstruación en los roedores, se han desarrollado diversos modelos experimentales en ratones y ratas (conocidos en conjunto como modelos murinos) para estudiar la endometriosis (Figura 2).

Modelos experimentales de endometriosis en ratones

Estrategias utilizadas para estudiar la endometriosis a pesar de la ausencia de menstruación en los roedores.

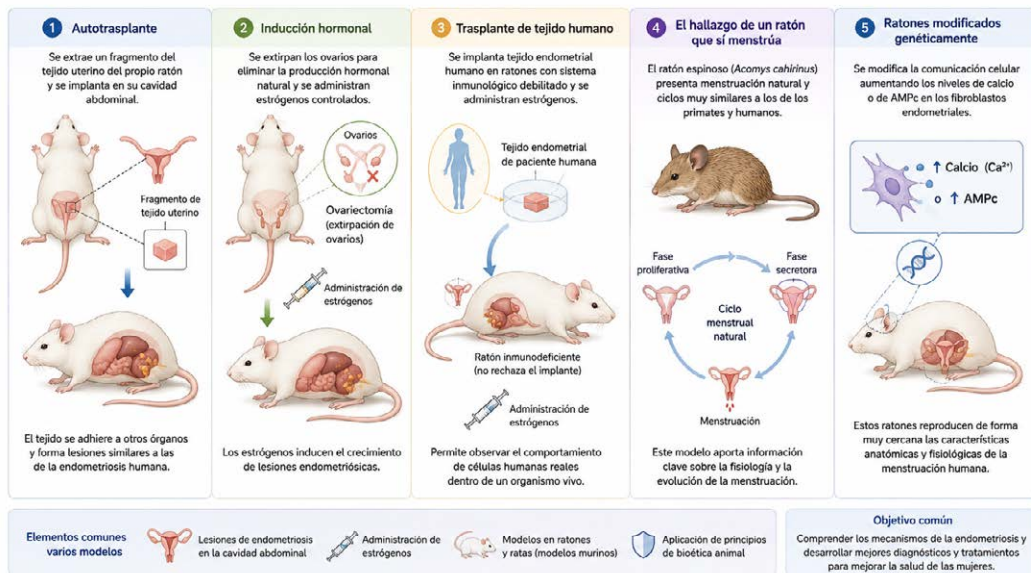


Figura 2. Principales modelos experimentales utilizados para estudiar la endometriosis en ratones.



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES

- 1) Autotrasplante. En este método, se extrae un pequeño fragmento del tejido uterino del propio animal y se reubica quirúrgicamente en su cavidad abdominal. Este tejido logra adherirse a otros órganos, formando lesiones muy similares a las que presentan las mujeres con endometriosis [5].
- 2) Inducción hormonal. Dado que la endometriosis es una enfermedad fuertemente influida por las hormonas, este modelo permite un control riguroso del entorno biológico. Se mantiene el útero en su lugar, pero se extirpan los ovarios de las ratonas para detener su producción hormonal natural y, posteriormente, se administran dosis controladas de estrógenos para simular la enfermedad [6].
- 3) Trasplante de tejido humano. Consiste en implantar tejido endometrial proveniente de pacientes humanas en ratones. Para que el organismo del animal no rechace el implante, se utilizan ratones con un sistema inmunológico debilitado. Aunque requiere cuidados éticos y técnicos muy estrictos, este modelo permite observar el comportamiento de células humanas reales dentro de un organismo vivo. Al igual que en el modelo anterior, se administran estrógenos para favorecer el crecimiento de las lesiones [7].
- 4) El hallazgo de un ratón que sí menstrúa. Recientemente se descubrió una especie particular conocida como ratón espinoso, que presenta menstruación de manera natural y ciclos sorprendentemente parecidos a los de los primates y los humanos [8]. Este hallazgo no solo aporta conocimiento sobre la fisiología y la fisiopatología de la menstruación, sino que también abre nuevas oportunidades para comprender la evolución de la reproducción humana.
- 5) Ratones modificados genéticamente. Gracias a la ingeniería genética, recientemente se desarrolló una cepa de ratones que reproduce de forma muy cercana las características anatómicas y fisiológicas de la menstruación humana. Para lograrlo, los científicos modificaron la comunicación celular elevando los niveles de calcio o de moléculas mensajeras como el AMPc (adenosín monofosfato cíclico, una molécula que participa en la comunicación celular) en los fibroblastos endometriales, células que brindan soporte estructural al útero [9]. Este modelo representa una herramienta prometedora para el estudio de la fisiología menstrual y el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas para la endometriosis.

Aportes clave de los modelos murinos al estudio de la endometriosis

Los modelos experimentales en ratones y ratas han permitido comprender que la endometriosis no se limita a la región pélvica, sino que constituye un trastorno inflamatorio sistémico.

Diversos estudios han demostrado que ciertas células del sistema inmunológico, cuya función habitual consiste en eliminar tejidos anormales, pueden contribuir paradójicamente a la supervivencia y al crecimiento del tejido endometriósico. Esta situación favorece un estado persistente de inflamación crónica [10].

Asimismo, se ha confirmado el papel central de los estrógenos como promotores del desarrollo y progresión de la enfermedad. También se identificó un fenómeno conocido como resistencia a la progesterona. En condiciones normales, esta hormona ejerce un efecto regulador y protector; sin embargo, en la endometriosis, el tejido pierde la capacidad de responder adecuadamente a esta señal hormonal, permitiendo que las lesiones continúen creciendo [11].

Por otra parte, la investigación en modelos murinos ha demostrado que el tejido endometriósico puede atraer fibras nerviosas y establecer conexiones directas con el sistema nervioso. Este hallazgo ayuda a explicar por qué algunas pacientes experimentan dolor intenso incluso cuando las lesiones son relativamente pequeñas.



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES

Impacto médico y social de la investigación con ratones

Aunque los roedores no desarrollan endometriosis de manera natural, su utilización como modelo experimental ha sido fundamental para mejorar los tratamientos hormonales actuales, evaluar nuevos fármacos y comprender la complejidad biológica de esta enfermedad.

Más allá del ámbito clínico, estos avances científicos han tenido un importante impacto social. Al aportar evidencia biológica sobre los mecanismos del dolor y la inflamación, la investigación ha contribuido a validar médicamente los síntomas reportados por las pacientes (Tabla 1).

Tabla 1. Algunos descubrimientos sobre la endometriosis apoyados por investigaciones en ratones.

Fenómeno	Hallazgo en investigaciones con ratones
Inflamación	Se ha demostrado la presencia de inflamación generalizada asociada con la enfermedad.
Hormonas	El crecimiento inicial puede ocurrir de forma independiente de los estrógenos y depender del sistema inmunológico; sin embargo, la progresión de la enfermedad requiere la participación del gen ESRI (gen que codifica uno de los receptores celulares para el estrógeno) y niveles elevados de estrógenos. Además, los análogos de la GnRH (hormona liberadora de gonadotropina) reducen el crecimiento de las lesiones.
Dolor	Se ha observado hipersensibilidad mecánica en el abdomen y las extremidades posteriores, así como dolor visceral asociado con la presencia de tejido ectópico.
Medicamentos	Los tratamientos hormonales, como leuprolide y cetrorelix, disminuyen el crecimiento de las lesiones y reducen el dolor. También se han estudiado antiinflamatorios que actúan sobre la enzima COX-2 (enzima relacionada con los procesos inflamatorios) y neuromoduladores para controlar la inflamación y la sensibilización nerviosa. Actualmente se investigan nuevas terapias no hormonales que permitan tratamientos prolongados sin afectar la fertilidad.

Limitaciones y uso responsable del modelo murino

Es fundamental reconocer que los roedores no constituyen una réplica biológica exacta de los seres humanos. Existen diferencias importantes en su anatomía, en su sistema inmunológico y en su regulación hormonal. Por ello, los resultados obtenidos en el laboratorio deben interpretarse con cautela y validarse posteriormente mediante estudios clínicos en pacientes.

Lejos de disminuir el valor de estas herramientas experimentales, comprender sus limitaciones permite utilizarlas de forma ética y eficiente, integrándolas en una estrategia científica más amplia y multidisciplinaria. Los modelos animales constituyen una etapa esencial para avanzar hacia investigaciones clínicas más seguras y fundamentadas.

Conclusión

Los modelos murinos se han consolidado como una herramienta fundamental para el estudio de la endometriosis. Gracias a ellos, la investigación ha logrado esclarecer gran parte de los mecanismos biológicos que participan en el desarrollo de esta enfermedad y ha abierto nuevas posibilidades para el diseño de estrategias diagnósticas y terapéuticas más eficaces.

Si bien los modelos animales no sustituyen a la investigación clínica, representan un paso indispensable para transformar el conocimiento científico en beneficios concretos para la salud de las personas.

Más allá del ámbito biomédico, el impacto de esta investigación trasciende los laboratorios. Al demostrar científicamente la naturaleza inflamatoria de la enfermedad y el origen fisiológico



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES

de sus síntomas, se fortalece el reconocimiento médico y social de la endometriosis. Un ejemplo de ello son las recientes iniciativas y reformas a la legislación laboral en México que buscan proteger a las mujeres que experimentan dismenorrea incapacitante.

De esta manera, el estudio de organismos modelo no solo contribuye al desarrollo de mejores tratamientos y métodos diagnósticos, sino que también favorece la construcción de una sociedad más informada, empática y comprometida con la salud y la calidad de vida de millones de mujeres.

Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud, “Endometriosis,” 2024. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/endometriosis>
- [2] P. Tragantzopoulou, “Endometriosis and stigmatization: A literature review,” *SAGE Open Medicine*, 2024. doi: <https://doi.org/10.1177/22840265241248488>
- [3] R. O. Burney and L. C. Giudice, “Pathogenesis and pathophysiology of endometriosis,” *Fertility and Sterility*, 2012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2012.06.029>
- [4] K. Staley and H. Scharfman, “A woman’s prerogative,” *Nature Neuroscience*, vol. 8, no. 6, pp. 697–698, 2005. doi: <https://doi.org/10.1038/nn0605-697>
- [5] H. Hoorsan et al., “Murine Models of Endometriosis: A Systematic Review,” *International Journal of Women’s Health and Reproduction Sciences*, vol. 10, no. 3, pp. 121–134, 2022. doi: <https://doi.org/10.15296/ijwhr.2022.23>
- [6] E. Greaves et al., “A novel mouse model of endometriosis mimics human phenotype and reveals insights into the inflammatory contribution of shed endometrium,” *American Journal of Pathology*, vol. 184, no. 7, 2014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2014.03.011>
- [7] S. K. Banu, A. Starzinski-Powitz, V. O. Speights, R. C. Burghardt and J. A. Arosh, “Induction of peritoneal endometriosis in nude mice with use of human immortalized endometriosis epithelial and stromal cells,” *Fertility and Sterility*, vol. 91, no. 5, 2009. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2008.06.050>
- [8] N. Bellofiore, S. Rana, H. Dickinson, P. Temple-Smith and J. Evans, “Characterization of human-like menstruation in the spiny mouse,” *Human Reproduction*, vol. 33, no. 9, pp. 1715–1726, 2018. doi: <https://doi.org/10.1093/humrep/dey247>
- [9] H. Barker, “Lab mice can now have periods like humans,” *Science*, vol. 390, no. 6771, pp. 322–323, 2025. doi: <https://doi.org/10.1126/science.aed2824>
- [10] R. Forster et al., “Macrophage-derived insulin-like growth factor-1 is a key neurotrophic and nerve-sensitizing factor in pain associated with endometriosis,” *FASEB Journal*, vol. 33, no. 10, 2019. doi: <https://doi.org/10.1096/fj.201900797R>
- [11] P. Zhang and G. Wang, “Progesterone Resistance in Endometriosis: Current Evidence and Putative Mechanisms,” *International Journal of Molecular Sciences*, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms24086992>



INICIO



¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?



CIENCIAS APLICADAS



CIENCIAS BÁSICAS



CIENCIAS DE LA SALUD



CIENCIAS SOCIALES