

# Revolución de las células madre en el tratamiento de la infertilidad

## *Stem cell revolution in infertility treatment*

Denisse Johanna Napa Macías<sup>1\*</sup>  ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4241-5684>

<sup>1</sup>Estudiante de la carrera de Obstetricia, UNIANDES, Quevedo, Ecuador). Correo electrónico: [napadenisse63@gmail.com](mailto:napadenisse63@gmail.com)

\* **Autor para correspondencia:** [napadenisse63@gmail.com](mailto:napadenisse63@gmail.com)

**Recibido: 27/ Marzo/2025**

**Aceptado: 30/Abril/2025**

## Resumen

La célula madre es aquella capaz de dividirse indefinidamente y diferenciarse a distintos tipos de células especializadas, capaz de ayudar en el tratamiento de la infertilidad como se menciona en la investigación ofreciendo enfoques novedosos. El estudio analizó la aplicación de células madre en el tratamiento de la infertilidad. El objetivo principal fue examinar los avances recientes en el uso de células madre para abordar la infertilidad y otras enfermedades ginecológicas. Para llevar a cabo esta investigación, se realizó una revisión de literatura científica publicada desde 2020, seleccionando estudios clave que emplean términos como “células madre” e “infertilidad”. Los hallazgos revelaron que las metodologías aplicables tenemos: Transferencia Uterina de Células Madre Embrionarias (TUCEM), modificaciones genéticas de las células madre mesenquimales endometriales (enMSCs), células madre/estromales mesenquimales (MSCs), células madre derivadas de la médula ósea. No obstante, se identificaron limitaciones como el posible rechazo inmunológico y los desafíos éticos que plantea el uso de células madre embrionarias. Aunque se describen métodos prometedores para tratar la infertilidad, se necesitan más estudios clínicos para confirmar su seguridad y efectividad a largo plazo, así como resolver los retos éticos y técnicos.

**Palabras clave:** Células madre, infertilidad, reproducción asistida, terapia celular

## Abstract

*The stem cell is one capable of dividing indefinitely and differentiating into different types of specialized cells, capable of helping in the treatment of infertility as mentioned in the research offering novel approaches. The study looked at the application of stem cells in the treatment of infertility. The main objective was to examine recent advances in the use of stem cells to address infertility and other*

*gynecological diseases. To carry out this research, a review of scientific literature published since 2020 was conducted, selecting key studies that employ terms such as "stem cells" and "infertility". The findings revealed that the applicable methodologies are: Uterine Embryonic Stem Cell Transfer (TUCEM), genetic modifications of endometrial mesenchymal stem cells (enMSCs), mesenchymal stem/stromal cells (MSCs), bone marrow-derived stem cells. However, limitations such as possible immunological rejection and the ethical challenges posed by the use of embryonic stem cells were identified. Although promising methods for treating infertility are described, more clinical studies are needed to confirm their long-term safety and effectiveness, as well as to resolve ethical and technical challenges*

**Keywords:** Stem cells, infertility, assisted reproduction, cell therapy

## Introducción

Las células madre, también conocidas como células troncales, poseen la asombrosa capacidad de transformarse en diversos tipos de células especializadas y desempeñar distintas funciones vitales. Debido a este singular poder de renovación, las investigaciones se enfocan en comprender cómo un organismo se desarrolla completamente a partir de una sola célula y cómo los adultos logran reparar los daños celulares para preservar el funcionamiento óptimo de sus órganos. Asimismo, se busca dilucidar la forma en que estas células pluripotentes pueden emplearse para tratar padecimientos hasta ahora incurables. Sin duda, el estudio de tan extraordinarias e inexplicables células representa un desafío científico de enorme relevancia con el potencial de mejorar la salud humana. (Carbo y Navarrete, 2024)

Además, se han identificado cada vez más vínculos entre las células madre y el tratamiento para la infertilidad, lo que convierte el estudio de estas células en una vía prometedora para desarrollar nuevos enfoques de tratamiento.

Según (Pereira et al., 2020), cerca de una de cada seis parejas experimenta dificultades para lograr el embarazo. En aproximadamente el cuarenta por ciento de los casos, la infertilidad se atribuye a factores relacionados con el hombre; en otro cuarenta por ciento, a motivos vinculados con la mujer, mientras que en el veinte por ciento restantes permanece desconocida la causa. Para que la concepción tenga lugar, es necesario que varias condiciones se encuentren óptimas, como el correcto funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios, la adecuada interacción entre los gametos, la regularidad de las relaciones íntimas, la viabilidad de los espermatozoides, la presencia de moco cervical apropiado, trompas de Falopio despejadas y funcionales, y un útero en condiciones ideales para alojar un embrión.

Considerando lo mencionado, la infertilidad se define como la imposibilidad de concebir un hijo después de un año de actividad sexual sin protección. Este es un problema común que tiene impactos significativos en las personas, las familias y la sociedad en general. (Pereira et al., 2020)

En términos generales, cada mujer nace con una cantidad determinada de folículos y ovocitos, y esta cantidad disminuye gradualmente a lo largo de su vida debido a un proceso llamado atresia. Los estudios han mostrado que la incidencia de infertilidad comienza a ser notable a los 32 años y aumenta considerablemente después de los 37 años. Aunque la edad influye en los resultados de los tratamientos de

reproducción asistida, los resultados pueden variar entre mujeres de la misma edad reproductiva. (Erceg et al., 2023)

La obesidad se ha relacionado con una disminución en la fertilidad, por lo tanto, se ha evidenciado que los resultados de los tratamientos de reproducción asistida son menos favorables y la tasa de abortos espontáneos, así como las complicaciones relacionadas con el embarazo, como la preeclampsia y la diabetes gestacional, son mayores en mujeres con obesidad, con lo expuesto se tiene como objetivo revisar los avances más recientes en el uso de células madre para tratar la infertilidad. (Erceg et al., 2023)

## **Metodología**

El conjunto de artículos base se obtiene a través de una búsqueda bibliográfica con el uso de sitios web como: Google Scholar, PubMed, Sinergia, MDPI, entre otras.

Para filtrar la información se utilizan palabras claves como, “células madre”, “infertilidad”, “reproducción asistida”, “terapia celular”, esta configuración permite obtener resultados significativos de artículos científicos publicados desde 2020, donde no se cuenta con muchos resultados, pero considerando los más relevantes para el trabajo fueron sometidos a un proceso de análisis, revisión y descripción. Se evalúa la calidad de estudios clínicos seleccionados que exploran tanto los avances teóricos como las aplicaciones prácticas del uso de células madre en el tratamiento de la infertilidad analizando la viabilidad y validez de dichos estudios para el desarrollo de investigaciones futuras.

## **Resultados y discusión**

### **Resultados**

La investigación realizada contempló un análisis bibliográfico de ciertos trabajos científicos que han sido desarrollados en estos últimos años, como parte de lo antes mencionado se ha tomado en cuenta un primer resultado que consiste en el estudio de la “Transferencia Uterina de Células Madres Embrionarias (TUCEM)”, este representa un avance en el campo de la ginecología y medicina regenerativa, se basa en que las células madres tienen una capacidad única para diferenciarse de los otros tipos de células que tenemos en el cuerpo humano. (Carbo y Navarrete, 2024)

La base de este estudio radica en la biología fundamental de estas células y su capacidad de la diferenciación pluripotente. La ventaja radica en que los blastocitos de estas pueden desarrollarse en cualquier célula de las que componen al ser humano. (Shen y Jiang, 2023)

La transferencia de estas células madre ha permitido que se descubra el potencial que tiene para tratar diversas enfermedades ginecológicas y reproductivas, llamando la atención así de la comunidad médica global permitiendo tratamientos más eficaces y personalizados gracias a que estas células poseen una plasticidad que las hace ideales para regenerar tejidos dañados. Abre posibilidades a tratar afecciones como la endometriosis, ciertos tipos de cáncer y la infertilidad de una forma menos invasiva pero eficiente. (Carbo y Navarrete, 2024)

Al tener amplio potencial para tratar enfermedades ginecológicas y reproductivas, en el tema de la infertilidad ofrece gran esperanza con avances significativos, ya que en mujeres con tejido uterino dañado o insuficiente puede promover la regeneración del endometrio mejorando las condiciones para la implantación embrionaria y así ser una opción extra para pacientes que no responden a otros métodos de fertilidad. (Huang et al., 2022) En la endometriosis puede ayudar a reparar el daño tisular y reducir la inflamación aliviando los síntomas y que los pacientes tengan mejorar calidad de vida, así también con los pacientes con cáncer de endometrio ya que reduce el riesgo de recurrencia y mejora el resultado postoperatorio. (Jing-Feng et al., 2022)

A pesar de los beneficios que brinda este método también tiene su contra, como cuestiones éticas, el rechazo inmunológico que se pueda sufrir y el control preciso que se debe llevar a cabo con la diferenciación celular (Carbo y Navarrete, 2024). Es necesario diferenciar qué se va a administrar, elegir la célula adecuada, las técnicas de administración están en desarrollo para ayudar a las células a sobrevivir tras la transferencia, luego de este proceso existe un monitoreo que ayudarán a asegurar los mejores resultados. (Bergmann et al., 2021)

**Tabla 1.**  
**Técnicas de implementación de la Transferencia Uterina de Células Madre Embrionarias (TUCEM)**

Técnica	Descripción	Ventajas	Desventajas	Aplicaciones Ejemplares
<b>Cultivo y Diferenciación Celular</b>	Obtención y diferenciación de estas células en tipos celulares específicos antes de la transferencia.	Permite un control preciso sobre la diferenciación celular.	Proceso complejo y costoso; riesgo de diferenciación inadecuada.	Regeneración del endometrio para la capacidad reproductiva.
<b>Inyección Directa</b>	Introducción de células madre directamente en el tejido uterino mediante una aguja.	Técnica relativamente sencilla y directa.	Riesgo de daño tisular y dispersión limitada de las células.	Tratamiento de endometriosis y reparación de tejido uterino dañado.
<b>Implantación</b>	Uso de andamios	Proporciona	Producción y	Regeneración

<b>de Andamios Bioactivos</b>	biodegradables y biocompatibles que contienen células madre, facilitando su integración en el tejido uterino.	soporte estructural y mejora la integración celular.	diseño de andamios pueden ser complejos y costosos.	tisular en pacientes con cáncer de endometrio.
<b>Tecnologías de Liberación Controlada</b>	Empleo de nanopartículas y sistemas de liberación controlada para suministrar células madre y otros agentes bioactivos de forma sostenida y dirigida.	Aumenta la eficacia de la entrega celular y reduce los riesgos de rechazo.	Tecnología avanzada que requiere una alta especialización y equipamiento.	Tratamiento de insuficiencia ovárica y regeneración de tejido ovárico.
<b>Edición Genética (CRISPR/Cas 9)</b>	Modificación genética de células madre para aumentar su compatibilidad inmunológica y dirigir su diferenciación hacia tipos celulares específicos.	Mejora la compatibilidad y eficiencia de las células madre.	Complejidad técnica y posibles implicaciones éticas.	Creación de células madre compatibles para minimizar el rechazo inmunológico.
<b>Monitoreo y Evaluación con</b>	Empleo de herramientas de imagenología	Permite un seguimiento preciso y	Equipamiento costoso y necesidad de	Evaluación del proceso de

<b>Imagenología</b>	avanzada, como resonancia magnética (RM) y ecografía 3D, para monitorear la integración y regeneración tisular en tiempo real.	ajuste de los protocolos de tratamiento.	personal especializado.	regeneración y funcionalidad del endometrio en tiempo real.
<b>Biomarcadores Específicos</b>	Identificación y uso de biomarcadores específicos para evaluar la respuesta del tejido uterino y la efectividad del tratamiento con células madre.	Proporciona datos específicos sobre la regeneración y el estado del tejido.	Requiere investigación exhaustiva para identificar biomarcadores precisos.	Monitoreo de la respuesta del tejido uterino tras la transferencia de células madre.
<b>Terapias Combinadas</b>	Combinación de TUCEM con otras terapias, como tratamientos hormonales o medicamentos inmunomoduladores para potenciar los resultados terapéuticos.	Puede mejorar la eficacia y reducir los riesgos de la TUCEM sola.	Mayor complejidad en el manejo del tratamiento combinado y posibles interacciones adversas.	Tratamiento de la capacidad reproductiva con enfoque multidisciplinario.

**Fuente:** Carbo y Navarrete, 2024.

En el estudio realizado por (Martínez, 2023) titulado “Las células madre mesenquimales endometriales modificadas genéticamente como terapia celular para la endometriosis” empleó métodos que incluían el aislamiento, el cultivo y la modificación genética de las células madre mesenquimales endometriales (enMSCs). Los procedimientos de digestión enzimática y mecánica se utilizaron para obtener células de sangre menstrual o tejido endometrial. Posterior a esto se realizaron alteraciones genéticas en las modificaciones genéticas de las células madre mesenquimales endometriales (enMSCs) con vectores adenovirales para mejorar sus capacidades inmunomoduladoras, antiangiogénicas y proapoptóticas. Esto permitió que las células madre se dirigieran de forma eficaz a los tejidos afectados por endometriosis, lo que fomentó la regeneración y controló el entorno inflamatorio. (Kvaskoff et al., 2021)

Se llevaron a cabo pruebas en laboratorio y en organismos vivos utilizando modelos animales para evaluar

la eficacia de las células modificadas. Esto permitió observar su capacidad para migrar a los tejidos lesionados, así como su influencia en procesos como la angiogénesis y la proliferación celular. Además, se examinaron marcadores específicos que mostraban la actividad y viabilidad de estas células durante el tratamiento. (Rungsiwiwut et al., 2020)

Los hallazgos indicaron que las células madre mesenquimales endometriales (enMSCs) tenían un alto potencial terapéutico debido a su capacidad para regenerar y controlar el sistema inmunológico. Estos hallazgos las posicionaron como candidatas prometedoras para abordar la endometriosis (López et al., 2021). Sin embargo, se descubrieron áreas que necesitaban más investigación, como los mecanismos moleculares precisos que controlan cómo interactúan estas células con los tejidos patológicos y la necesidad de más ensayos clínicos para confirmar su eficacia y seguridad a largo plazo.

Según la investigación de (Acosta et al., 2020) con el tema “Estrategias de mejora de la fertilidad: preservación, rejuvenecimiento y células madre” en la cual se discuten métodos para mejorar la fertilidad mediante el rejuvenecimiento y el uso de terapias regenerativas que incluyen una variedad de técnicas avanzadas. Se utilizaron principalmente la activación folicular in vitro y las células madre derivadas de la médula ósea para investigar. Se aisló tejido ovárico residual de pacientes con insuficiencia ovárica prematura (POI) y baja reserva ovárica para su fragmentación y posterior tratamiento con activadores de las vías moleculares Hippo y la vía fosfoinositol-3-kinasa (PI3K), que están involucrados en la activación folicular. (Labarta et al., 2019)

Se realizaron numerosos ensayos preclínicos y clínicos cuyo objetivo fue evaluar el potencial de las células madre para regenerar el tejido ovárico y reactivar folículos inactivos, con la meta de restaurar la función ovárica y aumentar las posibilidades de embarazo en mujeres afectadas por estas dolencias. (Acosta et al., 2020)

Los resultados demostraron que, en varios casos, la estimulación folicular in vitro y la infusión de células progenitoras mejoraron considerablemente el desarrollo folicular y permitieron una recuperación parcial de la función ovárica. Sin embargo, se concluyó que se necesitan mayores estudios clínicos para determinar la eficacia y durabilidad de estas estrategias para mejorar la fertilidad. (Acosta et al., 2020)

El estudio realizado por (Domínguez et al., 2020), titulado "Las células madre/estromales mesenquimales: su potencial terapéutico en la medicina", analizó la literatura disponible sobre las células madre/estromales mesenquimales (MSCs) y sus posibles aplicaciones terapéuticas en la medicina regenerativa. Revisaron artículos originales y revisiones publicadas tanto en revistas nacionales como internacionales, además de datos extraídos de la base de datos de ensayos clínicos. A través de un meticuloso análisis de la información existente, los investigadores buscaron comprender mejor el potencial de dichas células y cómo podrían ayudar a tratar diferentes padecimientos. El enfoque se centró en las células madre/estromales mesenquimales (MSCs) como una opción prometedora para abordar condiciones inflamatorias y promover la reparación celular. Los ensayos clínicos avanzados que utilizan células madre/estromales mesenquimales (MSCs) como terapia se identificaron y analizaron principalmente en relación con enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y autoinmunes.

Debido a su capacidad para diferenciarse en varios tipos de células, su migración selectiva a tejidos lesionados y su capacidad para modular el sistema inmunológico, los hallazgos demostraron que las células



madre/estromales mesenquimales (MSCs) presentan un fuerte potencial terapéutico (Suman et al., 2019). Las células madre/estromales mesenquimales (MSCs) son seguras tanto para uso autólogo como alogénico, según estudios preclínicos y clínicos. Además, se ha demostrado que estas tienen efectos terapéuticos debido a su capacidad de diferenciación y la secreción de factores tróficos que promueven la reparación tisular y la regulación inmunitaria. Asimismo, se hizo hincapié en su potencial para ser utilizados como medios para la transferencia de genes terapéuticos. Sin embargo, siguen siendo obstáculo la estandarización de protocolos de aislamiento y expansión *in vitro* y estudios clínicos a gran escala para confirmar su eficacia en una variedad de patologías (Domínguez et al., 2020).

## **Discusión**

La Transferencia Uterina de Células Madre (TUCEM) representa un avance importante en la ciencia moderna, con el potencial de lograr avances significativos en tratamientos ginecológicos y de infertilidad. Los resultados de este estudio coinciden con los de (Carbo y Navarrete, 2024), quienes resaltan la importancia de estas células en la reparación de tejido uterino afectado. Del mismo modo, (Shen y Jiang, 2023) destacan que estas células tienen la capacidad de transformarse en diversas células especializadas. Se confirma que el estudio puede ser aplicado en medicina regenerativa. A pesar de esto existen desafíos como el rechazo inmunológico y las cuestiones éticas asociadas que requieren más investigación.

Se puede comparar los métodos utilizados en este estudio con los de (Martínez, 2023) con el tratamiento de la endometriosis utilizando células madre mesenquimales endometriales genéticamente modificadas se eligió la observación de que, aunque ambas técnicas presentan resultados prometedores en la reparación de tejidos y la modulación del entorno inflamatorio, la primera opción podría generar menos controversia. A diferencia de otro tipo de células, estas no presentan problemas éticos. Además, en cuanto a la técnica de Martínez, su eficacia en términos de inmunomodulación fue notable. Esto reduciría el riesgo de rechazo inmunológico, que es actualmente una de las mayores limitaciones del método.

En relación con la utilización de células madre provenientes de la médula ósea para la revitalización del ovario y la regeneración de su tejido, como se menciona en los estudios de (Acosta et al., 2020), los resultados de esta investigación sugieren estrategias complementarias que podrían ser de gran ayuda para mujeres con problemas ováricos o baja reserva folicular. En este sentido, aunque la técnica de reactivación folicular fuera del cuerpo demostró ser eficaz, su combinación con células madre embrionarias para tratar casos de insuficiencia endometrial podría ofrecer una solución integral para mujeres con varios factores de infertilidad. A pesar de todo, sigue siendo fundamental evaluar tanto la seguridad como la eficacia de estas tácticas con el paso del tiempo. Tal como indicaba (Acosta et al., 2020), el estudio en 2020 subrayaba que, para que esto ocurriera, aún era necesario encontrarse más ensayos clínicos para su validación a escala general.

Es importante señalar que los resultados obtenidos están en línea con la literatura científica más reciente sobre medicina regenerativa. En particular, estudios recientes como el de (Domínguez et al., 2020) han demostrado las ventajas de las células mesenquimales: su capacidad para transformarse en distintos tipos de células fetales, junto con sus propiedades inmunomoduladores. Por lo tanto, los datos recopilados y la revisión de la literatura confirman el impacto positivo de estas terapias en el tratamiento de la infertilidad y diversas enfermedades ginecológicas. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para explorar los



mecanismos moleculares subyacentes a estos efectos y garantizar la seguridad y efectividad de estos enfoques a largo plazo.

## Conclusiones

El presente estudio logró evaluar los adelantos obtenidos hasta ahora con células madre para el tratamiento de la incapacidad reproductiva demostrando que la Transferencia Uterina de Células Madre Embrionarias es un novedoso enfoque de medicina regenerativa. Dicho método ha demostrado en ensayos con animales un impacto positivo en la regeneración del tejido uterino, por lo que las condiciones para una adecuada implantación muestran mejoría. Esta alternativa también abrió nuevas oportunidades para abordar afecciones ginecológicas como la endometriosis y ciertos tipos de cáncer. Es importante destacar la viabilidad de soluciones personalizadas, menos invasivas y más eficientes, aunque persisten desafíos éticos y el riesgo de rechazo inmunológico.

En comparación con estudios de largo plazo, como los que involucran células estromales mesenquimales (MSCs) en la reparación de tejidos, se observó que estas terapias ofrecen una opción menos controversial frente a otras células exógenas, sin riesgo de rechazo inmunológico. Sin embargo, el método TUCEM muestra una mayor capacidad de adaptación celular, lo que resulta clave en casos como los de infertilidad tratados.

Aunque los hallazgos de este experimento refuerzan el potencial terapéutico de estas técnicas, es crucial realizar más ensayos clínicos para confirmar su eficacia y seguridad a lo largo del tiempo.

Además, es necesario mejorar los métodos de administración celular y la inmunomodulación molecular para obtener mejores resultados en la regeneración de tejidos. Este estudio proporciona una visión global sobre el uso de estas terapias en afecciones ginecológicas, subrayando la importancia de futuras investigaciones avanzadas que puedan elevar el nivel de la medicina y resolver los desafíos éticos y técnicos asociados.

## Referencias

- Acosta, C., Cejudo, A., Salazar, A., y Quiroga, R. (2020). Estrategias de mejora de la fertilidad: preservación, rejuvenecimiento y células madre. *ResearchGate*, 7, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.medre.2020.02.004>
- Bergmann, S., Schindler, M., Munger, C., Penfold, C., y Boroviak, T. (2021). Building a stem cell-based primate uterus. *COMMUNICATIONS BIOLOGY*, 4(749), 5-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s42003-021-02233-8>
- Carbo, M., y Navarrete, N. (2024). Transferencia Uterina de Células Madres Embrionarias (TUCEM). *Fundamentos de Ginecología y Obstetricia*, 6, 225-242. <https://doi.org/http://doi.org/10.56470/978-9942-660-32-9>
- Domínguez, L., Fiore, E., y Mazzolini, G. (2020). Células madre/estromales mesenquimales. Su potencial terapéutico en medicina. *SCIELO*, 80(2), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.10.036>
- Erceg, I., Fureš, R., Mikelin, N., Bulić, L., Dobranić, D., Brlek, P., y Primorac, D. (2023). Unlocking the Potential of Mesenchymal Stem Cells in Gynecology: Where Are We Now?

*Europe PMC*, 8(13), 12-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jpm13081253>

Huang, J., Li, Q., Yuan, X., Liu, Q., Zhang, W., y Li, P. (2022). Intrauterine infusion of clinically graded human umbilical cord-derived mesenchymal stem cells for the treatment of poor healing after uterine

- injury: a phase I clinical trial. *PubMed*, 1(13), 2-10. <https://doi.org/10.1186/s13287-022-02756-9>.
- Jing-Feng, H., Qi, L., Xiaohua, Y., Qiaoshu, L., Weishe, Z., y Ping, L. (2022). Intrauterine infusion of clinically graded human umbilical cord-derived mesenchymal stem cells for the treatment of poor healing after uterine injury: a phase I clinical trial. *PubMed*, 13(85), 3-4. <https://doi.org/10.1186/s13287-022-02756-9>
- Kvaskoff, M., Mahamat, Y., Farland, L., Shigesu, N., Terry, K., Harris, H., . . . Zondervan, K. (2021). Endometriosis and cancer: a systematic review and meta-analysis. *PubMed*, 27(2), 1-28. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmaa045>
- Labarta, E., De Los Santos, M., Escribá, M., Pellicer, A., y Herraiz, S. (2019). Mitochondria as a tool for oocyte rejuvenation. *PubMed*, 111(2), 19. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.10.036>
- López, S., Campo, H., Miguel, L., Faus, A., Navarro, A., Díaz, A., Cervelló, I. (2021). A Natural Xenogeneic Endometrial Extracellular Matrix Hydrogel Toward Improving Current Human in vitro Models and Future in vivo Applications. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 9, 1-20. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.639688>.
- Martínez, M. (2023). Las Células Madre Mesenquimales Endometriales modificadas genéticamente como Terapia Celular para la Endometriosis. *Revista Iberoamericana de Fertilidad y Reproducción Humana*, 40(1), 1-23. <https://revistafertilidad.com/index.php/rif/article/view/81>
- Pereira, J., Pereira, Y., y Quiros, L. (2020). Infertilidad y factores que favorecen su aparición. *Revista Médica Sinergia*, 5(5), 3-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.31434/rms.v5i5.485>
- Rungsiwiwut, R., Pramuan, V., y Pruksananonda, K. (2020). Mesenchymal stem cells for restoring endometrial function: An infertility perspective. *Reproductive Medicine and Biology*, 20(1), 1-7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/rmb2.12339>
- Shen, H., y Jiang, Z. (2023). Autologous stem cell-derived mitochondria transfer show therapeutic advantages in human embryo quality rescue. *Human Reproduction*, 38, 794. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/humrep/dead093.216>
- Suman, S., Domingues, A., Ratajczak, J., y Ratajczak, M. (2019). Potential Clinical Applications of Stem Cells in Regenerative Medicine. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1201, 3-4. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31206-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31206-0_1)