

**Células madre derivadas de sangre menstrual: elementos a tener en cuenta en un proyecto para aprovechar sus propiedades biológicas y potencial terapéutico**  
*Menstrual blood derived stem cells: elements to consider in a project to take advantage of their biological properties and therapeutic potential*

Mayda Carrasco Alfonso<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Matanzas, Cuba, <https://orcid.org/0000-0001-8922-4585>, [mayda.carrasco@umcc.cu](mailto:mayda.carrasco@umcc.cu)

**Citar como:** Carrasco Alfonso, M. (2025). Células madre derivadas de sangre menstrual: elementos a tener en cuenta en un proyecto para aprovechar sus propiedades biológicas y potencial terapéutico. *Revista de Administración y Desarrollo de Proyectos*, 1(2), e202534.

---

**Recibido:** 13/05/2025, **Aceptado:** 28/07/2025, **Publicado:** 03/08/2025

## RESUMEN

Las células madre obtenidas a partir de sangre menstrual han demostrado poseer una elevada capacidad de autorrenovación, alta tasa de proliferación y versatilidad para diferenciarse en múltiples linajes celulares, entre ellos osteocitos, adipocitos, condrocitos, neuronas y células cardíacas. Estas células comparten muchos marcadores con las células madre mesenquimales clásicas, pero presentan una mayor capacidad proliferativa y un perfil inmunomodulador más destacado, lo que las posiciona como candidatas óptimas para terapias celulares avanzadas. El objetivo de esta investigación es analizar las propiedades morfológicas y terapéuticas de las células madre obtenidas a partir de sangre menstrual para facilitar la gestión de proyectos que aprovechen estas características. Se desarrolló una investigación cualitativa de tipo retrospectivo, basada en la revisión sistemática de la producción científica publicada sobre las células madre derivadas de sangre menstrual, sin restricción idiomática. Se recopiló un total de 35 investigaciones desarrolladas entre los años 2015 y 2025, ambos inclusive, donde se aprecia un incremento de estudio de las células madre obtenidas a partir de sangre menstrual a partir del 2021. Como resultados se comprobaron, a nivel de laboratorio, aplicaciones terapéuticas en múltiples patologías, entre ellas enfermedades uterinas, neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson, cardiopatías isquémicas, Diabetes *mellitus* tipo 1, heridas crónicas y quemaduras. En estos casos, se observa una combinación de mecanismos beneficiosos que incluyen la secreción de factores tróficos y exosomas, la modulación inmunitaria y la estimulación de la regeneración tisular.

**Palabras clave:** angiogénesis; células mesenquimales; gestión de proyectos; inmunomodulación; medicina regenerativa; terapia celular.

## ABSTRACT

The menstrual blood derived stem cells have demonstrated a high capacity for self-renewal, a high proliferation rate, and versatility to differentiate into multiple cell lineages, including osteocytes, adipocytes, chondrocytes, neurons, and cardiac cells. These cells share many markers with classical mesenchymal stem cells but exhibit greater proliferative capacity and a more pronounced immunomodulatory profile, positioning them as optimal candidates for advanced cell therapies. The aim of this research is to analyze the morphological and therapeutic properties of menstrual blood derived stem cells to facilitate the management of projects that leverage these characteristics. A qualitative retrospective study was conducted, based on a systematic review of the scientific literature published on menstrual blood-derived stem cells, with no language restriction. A total of 35 studies published between 2015 and 2025 were compiled, showing an increase in research on menstrual blood derived stem cells starting from 2021. As a result, therapeutic applications of menstrual blood derived stem cells at the laboratory level were verified in multiple pathologies, including uterine diseases, neurodegenerative disorders such as Alzheimer's and Parkinson's, ischemic heart disease, type 1 diabetes mellitus, chronic wounds, and burns. In these cases, a combination of beneficial mechanisms was observed, including the secretion of trophic factors and exosomes, immune modulation, and stimulation of tissue regeneration.

**Keywords:** angiogenesis; cell therapy; project management; immunomodulation; mesenchymal cells; regenerative medicine.

---

## I. Introducción

En los últimos años, los proyectos científicos y clínicos basados en el uso de células madre han experimentado un auge notable, posicionándose como una de las líneas de investigación más prometedoras en el ámbito de la medicina regenerativa. Diversos institutos de investigación y centros hospitalarios de vanguardia lideran iniciativas que no solo buscan curar afecciones hasta ahora consideradas irreversibles, como el Parkinson y el Alzheimer, sino también ofrecer tratamientos personalizados más eficaces y con menos efectos adversos, tales como la regeneración de tejidos cardíacos, córneas o cartílagos. Este contexto evidencia el creciente interés por integrar estas tecnologías en la práctica médica cotidiana, a la vez que surgen nuevas perspectivas para el cuidado de la salud humana, marcando el centro de una auténtica revolución biomédica.

Las células madre o células troncales (en inglés *stem cells*) tienen la capacidad de dividirse asimétricamente, lo que da lugar a dos células hijas, una de las cuales tiene las mismas propiedades que la célula madre original (autorrenovación), y la otra adquiere la capacidad de poder diferenciarse si las condiciones ambientales son adecuadas (Figura 1) (Hoh, 2025; Kalra & Tomar, 2014; Mankuzhy et al., 2025). Esta doble capacidad —autoproliferación y pluripotencia o multipotencia— las convierte en elementos fundamentales para el desarrollo embrionario, el mantenimiento tisular y, potencialmente, para la regeneración de órganos y tejidos en contextos clínicos (Tian et al., 2023).

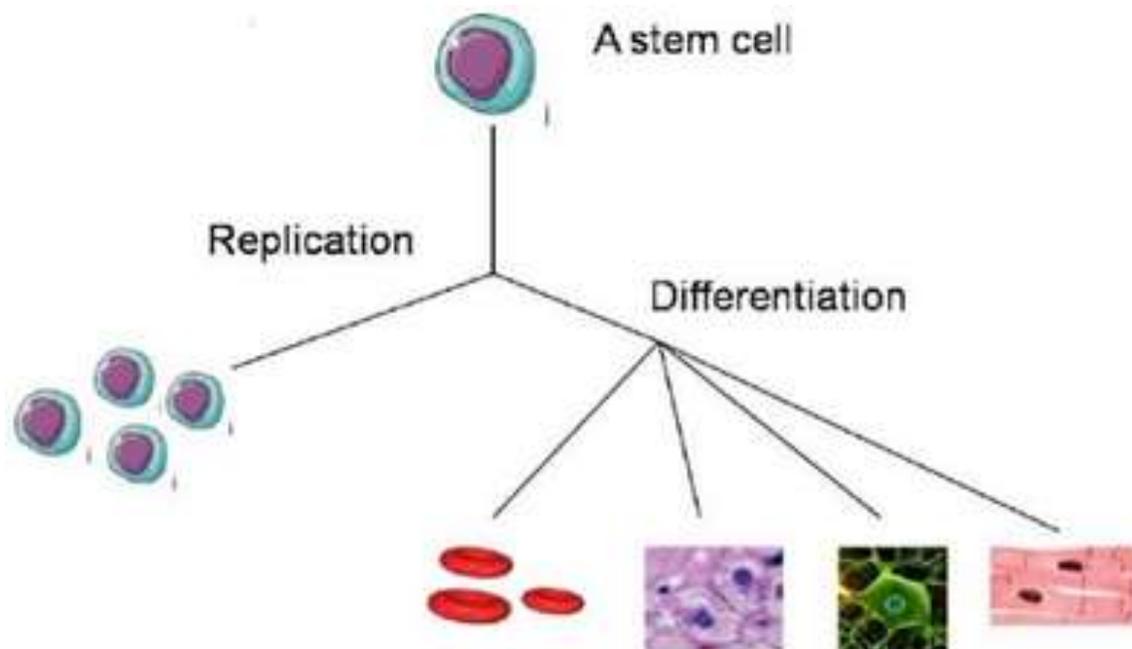


Figura 1. Características de las células madre: replicación y diferenciación.  
Fuente: Kalra & Tomar, 2014

Existen dos grandes tipos de células madre en función de su origen: las embrionarias, que se obtienen a partir del blastocisto en etapas tempranas del desarrollo, y las adultas, que residen en diversos tejidos del organismo tras el nacimiento (Velasteguí Peñafiel et al., 2025). También se incluyen en esta clasificación las células madre pluripotentes inducidas (iPSC), que son células somáticas reprogramadas artificialmente para adquirir un estado pluripotente similar al de las embrionarias (Agarwal, 2025; Iqbal et al., 2025). La mayoría de los tejidos de un organismo adulto poseen una población residente de células madre adultas que permite su renovación periódica o su regeneración cuando se produce algún daño tisular (Woll & Mead, 2025). Algunas células madre adultas son capaces de diferenciarse en más de un tipo celular como las células madre mesenquimales y las células madre hematopoyéticas, mientras que otras son precursoras directas de las células del tejido en el que se encuentran, como por ejemplo las células madre de la piel, los músculos, intestino o las células madre gonadales (germinales) (Aphkhazava et al., 2025).

Desde el punto de vista morfológico, las células madre no presentan una forma o tamaño únicos, ya que su morfología puede variar en dependencia del tipo específico y de las condiciones del microambiente. Generalmente, las células madre mesenquimales (como las de médula ósea o tejido adiposo) poseen una forma fibroblastoide (Gu et al., 2025), con un citoplasma extendido y un núcleo prominente, mientras que las embrionarias suelen ser más pequeñas y redondeadas, con una relación núcleo-citoplasma alta y nucleolos prominentes (Temsamani et al., 2025). La expresión de ciertos marcadores de superficie —como CD105, CD73, CD90 en las mesenquimales, o SSEA-4 y Oct-4 en las embrionarias— es clave para su identificación y caracterización funcional (Bellalta et al., 2025).

En cuanto a su distribución en el organismo, las células madre adultas se encuentran localizadas en nichos específicos dentro de diversos tejidos (Mannino et al., 2022). Por ejemplo, en la médula ósea se hallan las hematopoyéticas y las mesenquimales; en el cerebro, las neurales; en el intestino, las células madre epiteliales; y en el tejido adiposo, una rica fuente de células con propiedades similares a las mesenquimales. Estas células permanecen en estado quiescente hasta que señales fisiológicas —como daño tisular o requerimientos de regeneración— activan su proliferación y diferenciación. Esta localización estratégica les permite participar en la reparación de tejidos a lo largo de la vida del organismo (Llorente et al., 2022).

El potencial de diferenciación de las células madre se clasifica según su grado de plasticidad (Figura 2). Las células madre totipotentes, como las del cigoto, pueden dar lugar a todos los tipos celulares, embrionarios y extraembrionarios. Las pluripotentes, como las embrionarias, pueden diferenciarse en cualquier célula de las tres capas germinales (ectodermo, mesodermo y endodermo), pero no generan estructuras extraembrionarias. Las multipotentes, como las células madre adultas, tienen un potencial más limitado, diferenciándose generalmente en tipos celulares relacionados con su tejido de origen. Por su parte, las iPSC, aunque derivadas de células diferenciadas, recuperan una capacidad pluripotente mediante reprogramación genética (Ghazimoradi et al., 2022; Worku, 2021).

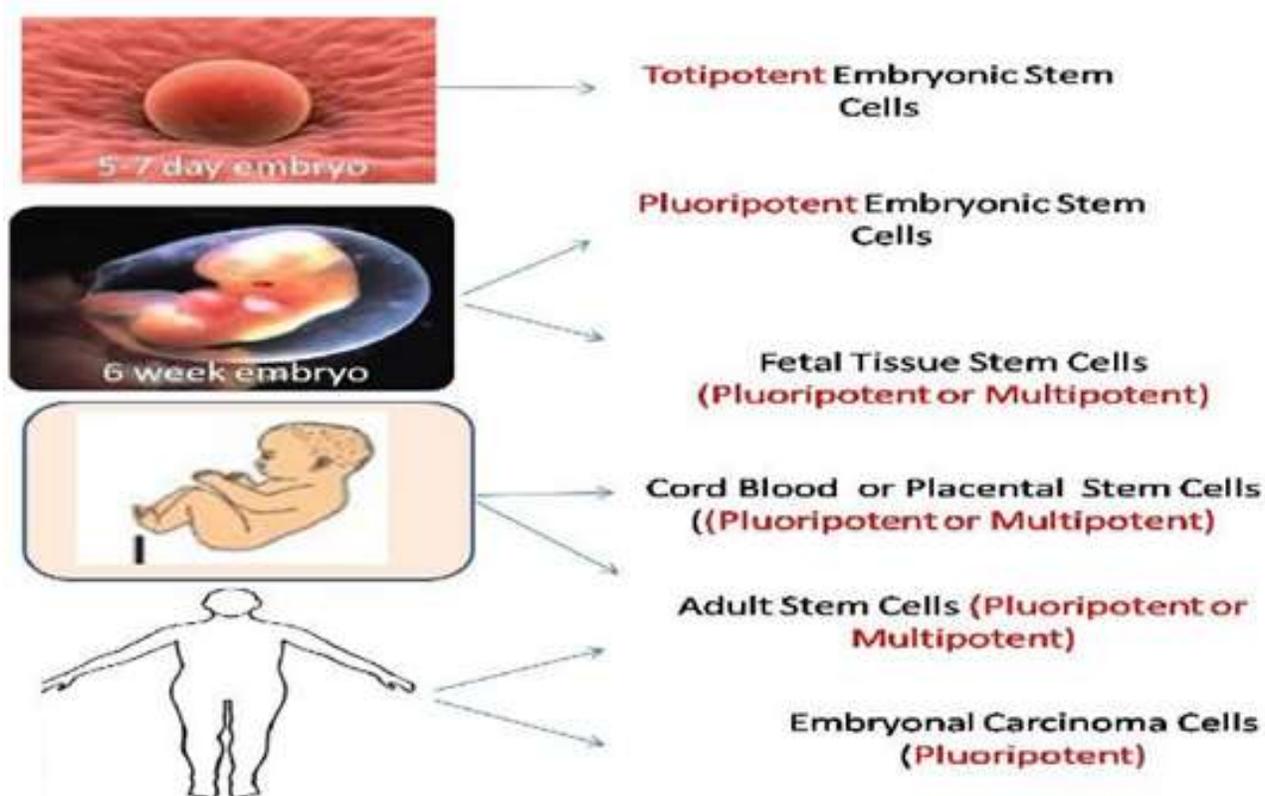


Figura 2. Clasificación de las células madre según el potencial de diferenciación.

Fuente: Kalra & Tomar, 2014

En la actualidad, las aplicaciones clínicas de las células madre se concentran en áreas como la hematología, la medicina regenerativa y la ingeniería de tejidos. El trasplante de células madre hematopoyéticas es una práctica común en el tratamiento de leucemias y otras enfermedades hematológicas. Las células madre mesenquimales se investigan activamente para la regeneración de cartílago, hueso, músculo y tejido cardíaco, así como en tratamientos inmunomoduladores para enfermedades autoinmunes. Además, las iPSC abren un campo revolucionario en la medicina personalizada, ya que permiten generar tejidos específicos del paciente para ensayos farmacológicos o trasplantes sin riesgo de rechazo inmunológico. No obstante, la consolidación de estas aplicaciones requiere superar desafíos relacionados con la seguridad, la eficiencia de diferenciación y la integración funcional en el tejido huésped.

El objetivo de esta investigación es analizar los aspectos fundamentales de uno de los tipos más ventajosos de células madre utilizados en la actualidad: las células madre obtenidas a partir de la sangre menstrual (MenSCs), en aras de facilitar la elaboración de proyectos que permitan su aprovechamiento terapéutico. Para ello, se compilaron y examinaron evidencias científicas actualizadas que sustentan su potencial biológico, inmunomodulador, regenerativo y éticamente aceptable. Estos datos resultan esenciales para establecer criterios sólidos de viabilidad científica, clínica y bioética, lo

cual constituye una etapa clave en el diseño y justificación de proyectos dirigidos a incorporar las MenSCs en estrategias de medicina regenerativa y terapia celular avanzada.

## **II. Materiales y Métodos**

La presente investigación adoptó un enfoque cualitativo de tipo retrospectivo, basado en la revisión sistemática e interpretativa de la producción científica publicada sobre características morfológicas, funcionales y terapéuticas de las células madre derivadas de sangre menstrual, sin restricción idiomática.

La búsqueda sistemática se realizó en abril del 2025 en PubMed y Scencedirect, y se acotaron los resultados obtenidos en el período 2015 al 2025, ambos inclusive. Sin embargo, la mayoría de los artículos encontrados fueron publicados en el período comprendido entre 2021 y 2025. Para el procesamiento y análisis del formato “.RIS” se utilizó el gestor bibliográfico EndNote X9.

Este enfoque permitió identificar beneficios, limitaciones y aplicaciones potenciales de las MenSCs, con el fin de fundamentar científicamente la elaboración de proyectos que aspiren a utilizar esta fuente celular emergente en medicina regenerativa.

La combinación de términos que arrojó mejores resultados en ambos buscadores fue la siguiente:

- (((((menstrual blood stem cells)) AND (MenSCs, uterine diseases)) AND (MenSCs, neurodegenerative diseases)) AND (MenSCs cardiac diseases)) AND (MenSCs, metabolic diseases). Antes de proceder a la selección de los artículos, se definieron los criterios de inclusión.

### **Criterios de inclusión**

Los indicadores seleccionados se basaron en las ventajas que presenta el uso de estas células respecto a otros tipos y su eficiencia en estudios en animales frente a enfermedades comunes que afectan a los seres humanos. Para ello se buscaron artículos que cumplieran con los siguientes criterios:

- Investigaciones empíricas y no de revisiones, estudios de caso único, libros o manuales.
- Que se hayan publicado entre 2015 y 2025, ambos inclusive.
- Además, que hicieran referencia a las ventajas de utilización de este tipo de célula madre frente a otras clasificaciones.
- Finalmente, que se refieran a resultados de tratamientos experimentales en modelos animales de enfermedades y padecimientos de difícil tratamiento.

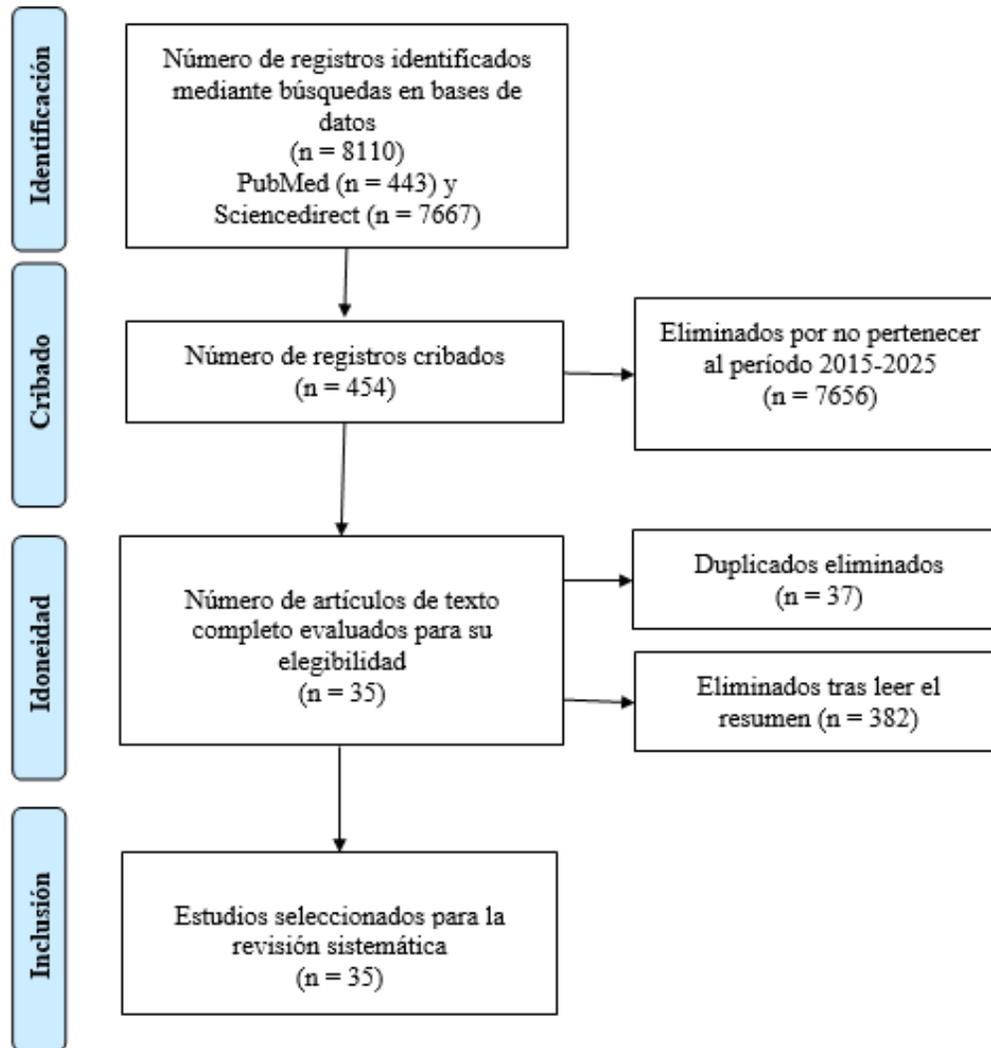


Figura 3. Diagrama de flujo PRISMA en cuatro niveles.

Fuente: elaboración propia

En total se obtuvieron 8110 investigaciones, 443 en PubMed y 7667 en ScienceDirect. Según estos criterios, se consideraron adecuados 492 artículos por haber sido publicados en el período comprendido entre 2015 y 2025. Se procedió a leer los títulos, por lo que se descartaron 37 duplicados y, tras leer el resumen de los restantes, se descartaron 420 por no tratarse de estudios clínicos con células madre obtenidas a partir de sangre menstrual en el contexto del laboratorio. Finalmente se seleccionaron 35 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión para llevar a cabo la revisión sistemática. En todos ellos se señalaban las ventajas clínicas que presentan las MenSCs, en el contexto del laboratorio, para el tratamiento de enfermedades que afectan a los seres humanos, así como las limitaciones que se presentan actualmente y la necesidad de continuar con las investigaciones.

### III. Resultados y Discusión

La investigación realizada demostró que los estudios de aplicaciones de las células madre obtenidas a partir de sangre menstrual han ido en aumento en los últimos años. Si bien se consultó la bibliografía existente desde el año 2001, según la base de datos ScienceDirect, y del 1978, según PubMed, la mayoría de los resultados se reportan a partir del año 2021.

Estos resultados evidencian un aumento significativo en los proyectos que investigan las aplicaciones clínicas y preclínicas de las MenSCs, que buscan desarrollar tratamientos personalizados, seguros y sostenibles a partir de un recurso biológico que hasta hace poco era considerado un desecho. El auge de los proyectos centrados en las MenSCs responde a las ventajas científicas, éticas y logísticas que ofrece esta fuente biológica. Como resultado, se han multiplicado los estudios preclínicos y clínicos que buscan validar la eficacia de estas células en la regeneración de tejidos cardíacos, musculares y neuronales, así como su uso potencial en enfermedades autoinmunes. En conjunto, estos avances están posicionando a la sangre menstrual como una fuente estratégica en proyectos de vanguardia que persiguen tratamientos personalizados y más accesibles, dentro de un marco de investigación biomédica cada vez más orientado a la sostenibilidad y la equidad.

La llamada “sangre menstrual”, considerada durante siglos como un desecho biológico, ha demostrado contener una población de células madre de origen endometrial con características similares a las células madre mesenquimales que poseen una notable capacidad de autorrenovación, una alta tasa de proliferación y, lo más importante, la habilidad de diferenciarse en diversos tipos celulares: osteocitos (células óseas), adipocitos (células grasas), condrocitos (células del cartílago) (Cieśla & Tomsia, 2025) (Uzeliene et al., 2018), e incluso células neuronales y cardíacas bajo determinadas condiciones de laboratorio.

Como una de las grandes fortalezas de las MenSCs, la bibliografía señala su facilidad de recolección: la sangre menstrual puede obtenerse mensualmente sin procedimientos invasivos, lo que permite generar bancos de células madre autólogas sin someter a las pacientes a riesgos médicos. Además, su obtención no implica dilemas éticos asociados a células madre embrionarias, lo que ha facilitado su aceptación en múltiples contextos regulatorios y culturales (Sanchez-Mata & Gonzalez-Muñoz, 2021). El aislamiento de estas células es un procedimiento relativamente sencillo. Durante el ciclo menstrual, las mujeres pueden recolectar su sangre mediante copas menstruales esterilizadas, que luego se procesan en condiciones de laboratorio para obtener las células madre. Esta técnica no solo elimina la necesidad de procedimientos invasivos, sino también permite obtener células jóvenes, con un alto índice de viabilidad y menor riesgo de rechazo inmunológico si se emplean en terapias autólogas (Bozorgmehr et al., 2020).

Otro aspecto importante de estas células es su potencial uso en la medicina personalizada (Oliveira Rodrigues et al., 2016). Gracias a que se pueden recolectar de manera regular y sin dolor, es posible generar bancos personales de células madre para futuras aplicaciones médicas. Asimismo, los estudios preliminares indican que las MenSCs presentan menos alteraciones genéticas asociadas al envejecimiento que otras células madre adultas, lo que refuerza su idoneidad para terapias de largo plazo.

Las MenSCs comparten muchas características con las células madre mesenquimales adultas: son adherentes al plástico, presentan una morfología fibroblastoide, y expresan marcadores como CD73, CD90 y CD105, al tiempo que carecen de marcadores hematopoyéticos como CD34 o CD45 (Hung et al., 2025). Sin embargo, destacan por su mayor capacidad proliferativa, incluso en condiciones de cultivo prolongadas, y por una mayor expresión de genes relacionados con la regeneración y angiogénesis, como VEGF, IL-6 y HGF. Además, mantienen la capacidad de diferenciarse *in vitro* hacia linajes osteogénico, adipogénico, condrogénico e incluso neuronal (Advani et al., 2025).

Un elemento distintivo de las MenSCs es su perfil inmunomodulador y antiinflamatorio, lo que las convierte en candidatas prometedoras para terapias celulares en enfermedades autoinmunes o inflamatorias crónicas (Hassanpour et al., 2025). También se ha observado que secretan exosomas y factores de crecimiento que pueden influir positivamente en la regeneración de tejidos (Lv et al., 2018).

Desde el punto de vista clínico, las MenSCs han sido estudiadas en modelos experimentales para tratar una amplia gama de enfermedades, como son los casos de lesiones medulares, insuficiencia ovárica prematura, diabetes tipo 1, enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson, e incluso enfermedades cardiovasculares. Su capacidad inmunomoduladora también las convierte en candidatas ideales para tratar enfermedades inflamatorias crónicas y autoinmunes.

Durante los últimos años, diversas investigaciones preclínicas y estudios piloto han explorado la aplicabilidad de las MenSCs en varios contextos médicos. La información recopilada constituye una base de datos fiable para la gestión de un proyecto que tenga a las MenSCs como eje de investigación.

### 3.1 Enfermedades uterinas

El origen uterino de las MenSCs les confiere una afinidad especial por los tejidos reproductivos femeninos; muestran una capacidad regenerativa destacada, lo que ha dado lugar a un número considerable de estudios para tratamientos de trastornos que van desde infertilidad como padecimiento aislado hasta enfermedades más complejas como el cáncer (Robalo Cordeiro et al., 2024).

Las MenSCs han sido utilizadas en modelos experimentales para regenerar el endometrio dañado, especialmente en casos de síndrome de Asherman o endometrio atrófico, condiciones que afectan la fertilidad femenina (Awano-Kim et al., 2025). Estudios recientes han demostrado que los microARNs presentes en las MenSCs pueden ofrecer la posibilidad de modular la respuesta génica alterada en la endometriosis (Robalo Cordeiro et al., 2023) (Suárez Carrasco et al., 2025). Por otro lado, se ha verificado el potencial terapéutico de las MenSCs en varios modelos de enfermedades ginecológicas como adherencias intrauterinas (AIU) y endometrio delgado que no responde mediante la estimulación de la regeneración endometrial y la mejora de la función endometrial; y en el prolapso de órganos pélvicos mediante la inmunomodulación de la respuesta de cuerpo extraño a las mallas implantadas (Figura 4) (Sadiasa et al., 2025). Además, ha demostrado fungir como adyuvante en el tratamiento de cáncer de ovario (de Pedro et al., 2025).

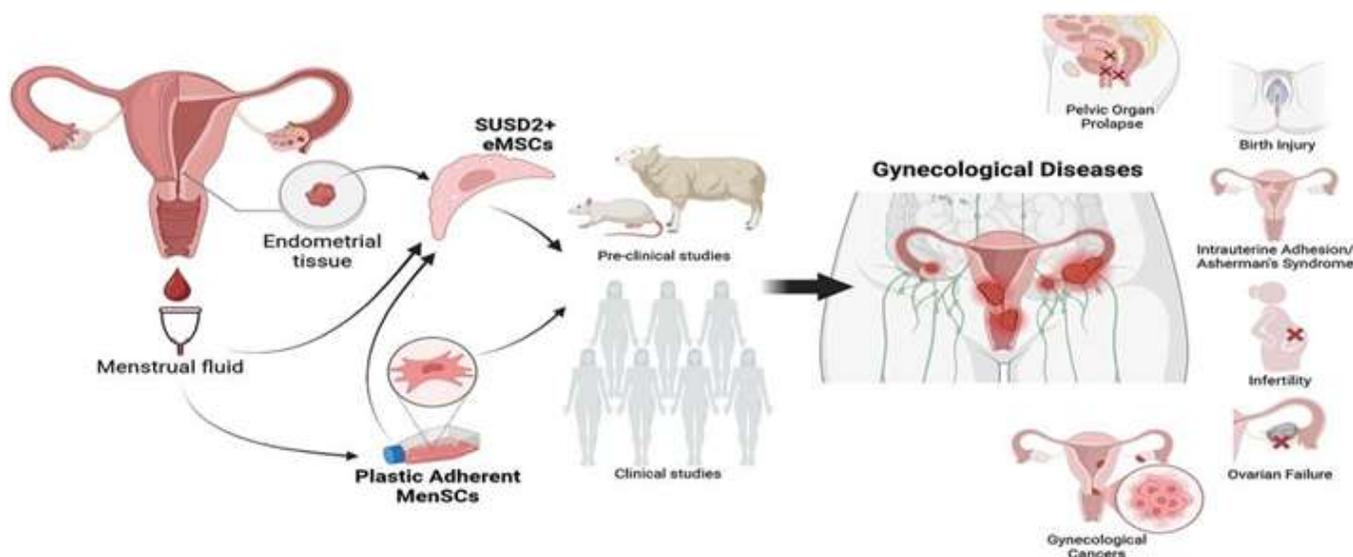


Figura 4. Esquema de proceso de obtención de sangre menstrual y uso clínico  
Fuente: Sadiasa et al. (2025)

En el estudio de Aleahmad (et al., 2018) se demostró que el aumento de la proliferación de células T por parte de las MenSCs puede ser una base para el mantenimiento de la homeostasis endometrial para hacer frente a infecciones ascendentes. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para examinar si las propiedades inmunomoduladoras de estas células se ven afectadas o no por el microambiente endometrial durante el embarazo.

### 3.2 Enfermedades neurodegenerativas

Ensayos en animales han demostrado que las MenSCs pueden migrar al sistema nervioso central y ejercer efectos neuroprotectores (Narayanan et al., 2024; Nisat et al., 2025).

En modelos animales con Alzheimer, las MenSCs son capaces de reducir la acumulación de placas beta-amiloides y disminuir la hiperfosforilación de la proteína tau, dos de los principales marcadores patológicos de esta enfermedad. Estos efectos se atribuyen a su capacidad para modular la actividad de las microglías, promover la eliminación de

péptidos tóxicos y reducir la inflamación cerebral crónica, lo que podría ralentizar el deterioro cognitivo (Soto-Mercado et al., 2025).

Por otra parte, en estudios preclínicos con modelos de Parkinson, las MenSCs han mostrado efectos antiinflamatorios significativos al inhibir la activación excesiva de las microglías y regular la polarización M1/M2, lo que favorece un entorno cerebral más propicio para la supervivencia neuronal. Además, estas células secretan factores neurotróficos que podrían contribuir a la protección y regeneración de las neuronas dopaminérgicas afectadas en esta enfermedad (Li et al., 2023).

La neuroinflamación es una respuesta común en varios trastornos neurológicos. Por lo general, el método utilizado en el tratamiento de esta en el laboratorio se realizaba con células madre mesenquimales, sin embargo, los efectos de estas células son controvertidos y el mecanismo subyacente no se comprende completamente. Xu et al., 2023 realizó el estudio con trasplante intravenoso de MenSCs, y demostró reducir los factores proinflamatorios y aumentar los factores antiinflamatorios en el cerebro de ratones con neuroinflamación. El medio condicionado suprimió la reacción inflamatoria y la hiperactivación de las células microgliales y protegió a las células microgliales de la muerte celular inducida por lipopolisacárido *in vitro*. Estos datos sugieren que las células madre endometriales derivadas de sangre menstrual pueden suprimir las reacciones neuroinflamatorias, en parte, mediante regulación de la microglía.

Aunque los resultados preclínicos son prometedores, es necesario avanzar hacia ensayos clínicos en humanos para validar la seguridad y eficacia de las MenSCs en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas. Su potencial para modular procesos inflamatorios, proteger neuronas y promover la regeneración tisular las posiciona como una alternativa innovadora en la búsqueda de terapias efectivas para enfermedades como el Alzheimer y el Parkinson.

### **3.3 Enfermedades cardíacas**

Las células madre derivadas de la sangre menstrual (MenSCs) han mostrado un notable potencial terapéutico en modelos animales de infarto agudo de miocardio (IAM), gracias a sus propiedades angiogénicas, antiapoptóticas e inmunomoduladoras. Su aplicación en la zona infartada ha favorecido la formación de nuevos vasos sanguíneos, la supervivencia de cardiomiocitos y la mejora de la función cardíaca.

Estudios recientes han demostrado que las MenSCs pretratadas con factores como bFGF y 5-aza-2'-desoxicitidina presentan una capacidad superior para promover la angiogénesis y preservar el miocardio, en comparación con células madre mesenquimales derivadas de médula ósea (Liu et al., 2019). Estas células aumentan la expresión de factores como VEGF, HIF-1 y HGF, que son cruciales para la formación de vasos sanguíneos y la reparación tisular. Además, las MenSCs han demostrado reducir la inflamación al disminuir la expresión de NF- $\kappa$ B y los niveles de interleucina-1 $\beta$ , lo que contribuye a un entorno más favorable para la regeneración cardíaca (Manshori et al., 2022).

Otra estrategia prometedora es el uso del secretoma de las MenSCs, es decir, el conjunto de factores bioactivos que secretan estas células. En modelos porcinos de IAM, la administración intrapericárdica del secretoma ha mejorado la función cardíaca y modulado la expresión de genes relacionados con la inflamación, lo que sugiere una alternativa terapéutica menos invasiva (de Pedro et al., 2022).

En resumen, las MenSCs ofrecen múltiples mecanismos beneficiosos en la recuperación postinfarto, la promoción de la angiogénesis, la protección contra la apoptosis y la modulación de la respuesta inflamatoria. Estos hallazgos respaldan su potencial como una opción terapéutica innovadora en la medicina regenerativa cardiovascular.

### **3.4 Enfermedades metabólicas: Diabetes *mellitus* tipo 1**

Las MenSCs demuestran un notable potencial terapéutico en el tratamiento de la Diabetes *mellitus* tipo 1, una enfermedad autoinmune caracterizada por la destrucción de las células beta pancreáticas productoras de insulina. En modelos murinos, las MenSCs han mostrado capacidades inmunomoduladoras que contribuyen a preservar la función de las células beta y a retrasar la progresión de la enfermedad (Hojjat et al., 2023).

Estas células ejercen su efecto terapéutico a través de varios mecanismos:

1. **Inmunomodulación:** Las MenSCs interactúan con diversas células del sistema inmunológico, lo que inhibe la proliferación de linfocitos T y células dendríticas, al tiempo que promueven la producción de células B reguladoras. Esta modulación ayuda a reducir la respuesta autoinmune que ataca a las células beta.

2. Secreción de factores paracrinos: Las MenSCs secretan una variedad de citocinas y factores de crecimiento, como VEGF, HGF e IL-6, que tienen efectos antiinflamatorios y promueven la regeneración tisular (Chen et al., 2019a).
3. Estimulación de la regeneración de células beta: En estudios preclínicos, las MenSCs facilitan la regeneración de células beta al aumentar la expresión de genes clave como PDX1 y NKX6.1, esenciales para la diferenciación y función de estas células (Chen et al., 2019b).

A pesar de lo prometedor que resultan las evidencias actuales, es necesario realizar ensayos clínicos en humanos para validar la seguridad y eficacia de las MenSCs en el tratamiento de la Diabetes *mellitus* tipo 1. No obstante, su perfil inmunomodulador y su capacidad para preservar y regenerar células beta las posicionan como una alternativa innovadora en la búsqueda de terapias más efectivas para esta enfermedad.

### 3.5 Cicatrización de heridas

Otro campo de gran interés es la medicina regenerativa dermatológica. Las MenSCs han demostrado acelerar la cicatrización de heridas crónicas, úlceras diabéticas y quemaduras mediante la formación de nuevos vasos sanguíneos y matriz extracelular. Su eficacia se atribuye a su capacidad para facilitar la angiogénesis y la regeneración de la matriz, procesos esenciales para una reparación tisular efectiva.

En el contexto de úlceras diabéticas, las MenSCs muestran eficacia al mejorar la cicatrización en modelos animales, mediante la reducción del tamaño de la herida y la aceleración del cierre epitelial (Al-Zahrani et al., 2024) (Dalirfardouei et al., 2019). Las úlceras diabéticas representan una de las complicaciones más graves de la Diabetes *mellitus*, caracterizadas por una respuesta inflamatoria crónica, pobre vascularización y disfunción en los procesos de remodelación de la matriz extracelular. En modelos animales, la aplicación de MenSCs demuestra una significativa reducción en el área de la herida, aumenta la velocidad de la cicatrización y promueve una regeneración más organizada del tejido (Mirzadegan et al., 2022). Este efecto se asocia con la secreción de factores tróficos como factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), TGF- $\beta$  (factor de crecimiento transformante beta) e IL-10, que actúan sobre el entorno lesional al reducir la inflamación, mediante estimulación de la angiogénesis y favorecer la migración y proliferación de queratinocitos y fibroblastos (An et al., 2025; Fu et al., 2024).

En cuanto a las quemaduras, que generan un entorno hostil caracterizado por necrosis tisular extensa, estrés oxidativo y riesgo elevado de fibrosis, las MenSCs han sido exploradas como terapia celular avanzada. Su aplicación tópica o inyectada ha mostrado mejoras significativas en la velocidad de regeneración dérmica, en la reepitelización y en la organización de las fibras de colágeno, lo que se traduce en una menor formación de cicatrices hipertróficas (Cuenca et al., 2018). Estas células ejercen sus efectos a través de mecanismos tanto dependientes de su diferenciación como mediados por su secretoma, que incluye exosomas y microARNs que regulan la activación de macrófagos hacia un fenotipo antiinflamatorio (M2), reducen la apoptosis celular y estimulan la regeneración del lecho vascular (Wang et al., 2025).

Por tanto, la eficacia de las MenSCs en la cicatrización de heridas complejas como úlceras diabéticas o quemaduras severas radica en una combinación sinérgica de mecanismos: la modulación de la respuesta inmunitaria, el estímulo de la regeneración vascular, la promoción de una matriz extracelular funcional y la regulación fina de los procesos celulares de proliferación, migración y remodelado tisular. Además, su origen no invasivo, su alta tasa de proliferación y su baja inmunogenicidad las posicionan como una alternativa destacada frente a otras fuentes de células madre mesenquimales.

### 3.6 Angiogénesis y formación de vasos sanguíneos

Las MenSCs secretan factores proangiogénicos como el VEGF, una glicoproteína clave en la señalización celular que regula la formación de vasos sanguíneos nuevos a partir de la vasculatura preexistente, y promueven la formación de nuevos vasos sanguíneos en el sitio de la herida. Este proceso, conocido como angiogénesis, es crucial para restaurar el suministro de oxígeno y nutrientes, lo que facilita la regeneración del tejido dañado. La angiogénesis inducida por MenSCs ha sido observada en modelos preclínicos de heridas crónicas y úlceras diabéticas, donde se ha evidenciado una mejora en la vascularización y en la calidad del tejido cicatricial (Ma et al., 2025).

Además, las MenSCs no solo secretan VEGF, sino también otras moléculas bioactivas como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento fibroblástico (FGF), y el factor de crecimiento transformante

beta (TGF- $\beta$ ), que actúan de manera sinérgica para estimular la proliferación y migración de células endoteliales, activar la degradación controlada de la matriz extracelular para permitir la invasión celular, y favorecer la maduración de nuevos vasos mediante el reclutamiento de pericitos y células del músculo liso vascular. Este fenómeno también se ha observado en modelos de heridas crónicas inducidas, donde el entorno proinflamatorio inhibe normalmente la angiogénesis, pero se revierte parcialmente mediante la acción del secretoma de las MenSCs, incluyendo exosomas ricos en microARNs con actividad proangiogénica (como miR-126 y miR-132) (Park et al., 2025).

También se ha evidenciado que la angiogénesis inducida por MenSCs no solo mejora la cantidad de vasos, sino también su calidad funcional, es decir, su capacidad para perfundir eficazmente el tejido y sostener la regeneración a largo plazo. Esta restauración vascular es un factor determinante para la remodelación del tejido cicatricial, al reducir la fibrosis y promover la reepitelización y la formación de una matriz extracelular funcionalmente competente.

En conjunto, la capacidad de las MenSCs para inducir angiogénesis coloca a estas células como candidatas especialmente valiosas en medicina regenerativa y terapia celular, en particular en situaciones clínicas donde la isquemia o la vascularización deficiente constituyen una barrera crítica para la curación eficaz.

#### **Perspectivas futuras**

A pesar de sus beneficios, todavía existen desafíos importantes antes de que las MenSCs puedan integrarse de forma masiva a la práctica clínica. La estandarización de los protocolos de aislamiento y cultivo es una limitante actual del uso de estas células. Además, se hace necesaria la validación mediante ensayos clínicos rigurosos de su seguridad y eficacia a largo plazo, especialmente respecto al riesgo de tumorigenicidad o respuestas inmunes no deseadas en humanos.

#### **IV. Conclusiones**

En conclusión, las células madre derivadas de la sangre menstrual (MenSCs) constituyen una fuente celular novedosa, segura y altamente versátil dentro del campo de la medicina regenerativa. Su origen no invasivo, su disponibilidad periódica y su bajo perfil inmunogénico las convierten en una alternativa bioéticamente aceptable frente a otras fuentes de células madre adultas o embrionarias. Por su parte, a nivel experimental, han demostrado una notable capacidad para inducir la regeneración de tejidos en múltiples patologías, gracias a su efecto inmunomodulador, la secreción de factores proangiogénicos y su habilidad para diferenciarse en diversos linajes celulares.

Estudios en fase preclínica, como el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, lesiones cardíacas, Diabetes *mellitus* tipo 1 y heridas crónicas, confirman su papel como herramienta potencialmente transformadora en terapias celulares avanzadas. Asimismo, su afinidad natural por los tejidos endometriales amplía su aplicabilidad en el tratamiento de trastornos ginecológicos, con resultados alentadores en regeneración uterina.

Sin embargo, a pesar de sus numerosas ventajas, el uso clínico de las MenSCs aún enfrenta desafíos importantes. La estandarización de protocolos de aislamiento, la caracterización exhaustiva de sus propiedades biológicas, la evaluación de su seguridad a largo plazo y la necesidad de ensayos clínicos controlados representan pasos imprescindibles para su consolidación terapéutica.

El conocimiento detallado sobre las propiedades biológicas, morfológicas e inmunológicas de las células madre derivadas de sangre menstrual constituye un requisito imprescindible para la planificación y ejecución de proyectos científicos y tecnológicos que pretendan utilizarlas en contextos clínicos o experimentales. Sin una correcta y completa base teórica y empírica, cualquier intento de aplicación práctica carecería de sustento científico y comprometería tanto la viabilidad como la seguridad del proyecto, especialmente en un campo tan delicado y normativamente regulado como la terapia celular avanzada. Por tanto, los datos analizados no solo constituyen un aporte académico, sino una herramienta estratégica para la toma de decisiones en el desarrollo de proyectos para soluciones biomédicas basadas en MenSCs.

#### **V. Referencias bibliográficas**

Advani, D., Villarreal Barragan, J., Statache, G., Kadri, N. & Kohli, N. (2025). Upcycled Mesenchymal Stem Cells: Repurposing Biological Waste Towards Sustainable Regenerative Therapies. *Cell Therapy & Engineering Connect*, 1, 0003. <https://doi.org/10.69709/CellEngC.2025.101060>

- Agarwal, S. (2025). Optimizing Induced Pluripotent Stem Cells stability and reprogramming: bridging regenerative medicine and cancer treatment through proposed Antibody-Transcription Factor Conjugates. *Journal of High School Science*, 9(1), 105-132. <https://doi.org/10.64336/001c.129931>
- Aleahmad, M., Ghanavatinejad, A., Bozorgmehr, M., Shokri, M. R., Nikoo, S., Tavakoli, M., Kazemnejad, S., Shokri, F., Zarnani, A. H. (2018). Menstrual Blood-Derived Stromal Stem Cells Augment CD4+ T Cells Proliferation. *Avicenna journal of medical biotechnology*, 10(3), 183-191. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30090214/>
- Al-Zahrani, M., Bauthman, N. M., Abdulaziz Alzahrani, Y., Almohaimed, H. M., Alsolami, K., Al-Sarraj, F., Hakeem, G. H., Ali Alahmari, M., Azher, Z. A. & Makhlof, R. T. M. (2024). Transplantation of hyaluronic acid and menstrual blood-derived stem cells accelerated wound healing in a diabetic rat model. *Tissue & cell*, 89, 102442. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2024.102442>
- An, W., Zhang, W., Qi, J., Xu, W., Long, Y., Qin, H. & Yao, K. (2025). Mesenchymal stem cells and mesenchymal stem cell-derived exosomes: a promising strategy for treating retinal degenerative diseases. *Molecular Medicine*, 31, 75. <https://doi.org/10.1186/s10020-025-01120-w>
- Aphkhasava, D., Sulashvili, N. & Tkemaladze, J. (2025). Stem Cell Systems and Regeneration. *Georgian Scientists*, 7(1), 271-319. <https://doi.org/10.52340/g.s.2025.07.01.26>
- Awano-Kim, S., Hosoya, S., Yokomizo, R., Kishi, H. & Okamoto, A. (2025). Novel therapeutic strategies for Asherman's syndrome: Endometrial regeneration using menstrual blood-derived stem cells. *Regenerative Therapy*, 29, 328-340. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.reth.2025.03.019>
- Bellalta, S., Pinheiro-Machado, E., Prins, J., Plösch, T., Casanello, P. & Faas, M. (2025). Disrupted stemness and redox homeostasis in mesenchymal stem cells of neonates from mothers with obesity: implications for increased adiposity. *bioRxiv*, 2025-04. <https://doi.org/10.1101/2025.04.14.648714>
- Bozorgmehr, M., Gurung, S., Darzi, S., Nikoo, S., Kazemnejad, S., Zarnani, A. H. & Gargett, C. E. (2020). Endometrial and Menstrual Blood Mesenchymal Stem/Stromal Cells: Biological Properties and Clinical Application. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8, 497. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00497>
- Chen, L., Qu, J. & Xiang, C. (2019a). The multi-functional roles of menstrual blood-derived stem cells in regenerative medicine. *Stem Cell Research & Therapy*, 10, 1. <https://doi.org/10.1186/s13287-018-1105-9>
- Chen, L., Qu, J., Cheng, T., Chen, X. & Xiang, C. (2019b). Menstrual blood-derived stem cells: toward therapeutic mechanisms, novel strategies, and future perspectives in the treatment of diseases. *Stem Cell Research & Therapy*, 10, 406. <https://doi.org/10.1186/s13287-019-1503-7>
- Cieśla, J. & Tomsia, M. (2025). Differentiation of stem cells into chondrocytes and their potential clinical application in cartilage regeneration. *Histochemistry and Cell Biology*, 163, 27. <https://doi.org/10.1007/s00418-025-02356-7>
- Cuenca, J., Le-Gatt, A., Castillo, V., Belletti, J., Díaz, M., Kurte G, M., Gonzalez, P. L., Alcayaga-Miranda, F., Schuh C. M. A. P., Ezquer, F., Ezquer, M. & Khoury, M. (2018). The Reparative Abilities of Menstrual Stem Cells Modulate the Wound Matrix Signals and Improve Cutaneous Regeneration. *Frontiers in Physiology*, 9, 464. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00464>
- Dalirfardouei, R., Jamialahmadi, K., Jafarian, A. H. & Mahdipour, E. (2019). Promising effects of exosomes isolated from menstrual blood-derived mesenchymal stem cell on wound-healing process in diabetic mouse model. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 13(4), 555–568. <https://doi.org/10.1002/term.2799>
- de Pedro, M. Á., Pulido, M., Álvarez, V., Marchena, A. M., Sánchez-Margallo, F. M. & López, E. (2025). Bioinformatic analysis of the therapeutic potential of the secretome released by menstrual blood-derived stromal cells (menscs) as an adjuvant in the treatment of ovarian cancer. *British Journal of Surgery*, 112(Supplement\_2), znae322.027. <https://doi.org/10.1093/bjs/znae322.027>
- de Pedro, M. Á., Pulido, M., Marinaro, F., Álvarez, V., Báez-Díaz, C., Blanco, V., Silla-Castro, J. C., Sanchez-Cabo, F., Sánchez-Margallo, F. M., Crisóstomo, V., Casado, J. G. & López, E. (2022). Intrapericardial Administration of Secretomes from Menstrual Blood-Derived Mesenchymal Stromal Cells: Effects on Immune-Related Genes in a Porcine Model of Myocardial Infarction. *Biomedicines*, 10(5), 1117. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10051117>
- Fu, J., Zhang, Q., Zhang, N., Zhou, S., Fang, Y., Li, Y., Yuan, L., Chen, L. & Xiang, C. (2024). Human Menstrual Blood-Derived Stem Cells Protect against Tacrolimus-Induced Islet Dysfunction via Cystathionine  $\beta$ -Synthase Mediated IL-6/STAT3 Inactivation. *Biomolecules*, 14(6), 671. <https://doi.org/10.3390/biom14060671>
- Ghazimoradi, M. H., Khalafizadeh, A. & Babashah, S. (2022). A critical review on induced totipotent stem cells: Types

- and methods. *Stem Cell Research*, 63, 102857. <https://doi.org/10.1016/j.scr.2022.102857>
- Gu, N. Y., Ryu, G. S., Park, G. N., Lee, J. Y., Cho, Y. S., Yang, D. K. & Lee, H. J. (2025). Enhanced susceptibility of porcine muscle-derived mesenchymal stem cells to Aujeszky's virus compared Vero cells. *Animal Biotechnology*, 36(1), 2479677. <https://doi.org/10.1080/10495398.2025.2479677>
- Hassanpour Khodaei, S., Sabetkam, S., Kalarestaghi, H., Dizaji Asl, K., Mazloumi, Z. Bahramloo, M., Norouzi, N., Naderali, E. & Rafat, A. (2025). Mesenchymal stem cells and mesenchymal stem cell-derived exosomes: attractive therapeutic approaches for female reproductive dysfunction. *Molecular Biology Reports*, 52(10). <https://doi.org/10.1007/s11033-024-10106-6>
- Hoh, Y. K. (2025). An Instant Update on Stem Cell Therapy. *The American Biology Teacher*, 87(1), 6-12. <https://doi.org/10.1525/abt.2025.87.1.6>
- Hojjat, A., Mansour, R. N., Enderami, S. E., Hassannia, H., Mahdavi, M., Mellati, A., Mehdipour Chari, K., Salarinia, R. & Saburi, E. (2023). The differentiation and generation of glucose-sensitive beta like-cells from menstrual blood-derived stem cells using an optimized differentiation medium with platelet-rich plasma (PRP). *Acta histochemica*, 125(3), 152025. <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2023.152025>
- Hung, C. Y., Hsueh, T. Y., Rethi, L., Lu, H. T. & Chuang, A. E. Y. (2025). Advancements in regenerative medicine: a comprehensive review of stem cell and growth factor therapies for osteoarthritis. *Journal of Materials Chemistry B*, 13(15), 4494-4526. <https://doi.org/10.1039/D4TB01769B>
- Iqbal, I., Ullah, I., Peng, T., Wang, W. & Ma, N. (2025). An end-to-end deep convolutional neural network-based data-driven fusion framework for identification of human induced pluripotent stem cell-derived endothelial cells in photomicrographs. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 139, 109573. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109573>
- Kalra, K. & Tomar, P. C. (2014). Stem cell: basics, classification and applications. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 2(7), 919-930. <https://www.imedpub.com/articles-pdfs/stem-cell-basics-classification-andapplications.pdf>
- Li, H., Wei, J., Zhang, Z., Li, J., Ma, Y., Zhang, P. & Lin, J. (2023). Menstrual blood-derived endometrial stem cells alleviate neuroinflammation by modulating M1/M2 polarization in cell and rat Parkinson's disease models. *Stem Cell Research & Therapy*, 14, 85. <https://doi.org/10.1186/s13287-023-03330-7>
- Liu, Y., Niu, R., Li, W., Lin, J., Stamm, C., Steinhoff, G. & Ma, N. (2019). Therapeutic potential of menstrual blood-derived endometrial stem cells in cardiac diseases. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 76, 1681-1695. <https://doi.org/10.1007/s00018-019-03019-2>
- Llorente, V., Velarde, P., Desco, M. & Gómez-Gaviro, M. V. (2022). Current Understanding of the Neural Stem Cell Niches. *Cells*, 11(19), 3002. <https://doi.org/10.3390/cells11193002>
- Lv, H., Hu, Y., Cui, Z. & Jia, H. (2018). Human menstrual blood: a renewable and sustainable source of stem cells for regenerative medicine. *Stem Cell Research & Therapy*, 9, 325. <https://doi.org/10.1186/s13287-018-1067-y>
- Ma, C., Yi, Y. & Guan, C. (2025). Menstrual Blood-Derived Mesenchymal Stem Cells Improve Endometrial Receptivity in a Mouse Model of Embryonic Implantation Dysfunction. *Cellular Reprogramming*, 27(3). <https://doi.org/10.1089/cell.2024.0071>
- Mankuzhy, P. D., Aeri, A., Gorla, M., Chandra, V., Thirupathi, Y. & Sharma, T. G. (2025). Translational Potential and Therapeutic Strategies of Stem Cells in Livestock and Companion Animals: An Update and Way Forward. In R. Shanker Verma (Ed.), *Stem Cell Biology. A Regenerative Tissue Perspective* (pp. 245-287). World Scientific. [https://doi.org/doi:10.1142/9789811294891\\_0009](https://doi.org/doi:10.1142/9789811294891_0009)
- Mannino, G., Russo, C., Maugeri, G., Musumeci, G., Vicario, N., Tibullo, D., Giuffrida, R., Parenti, R. & Lo Furno, D. (2022). Adult stem cell niches for tissue homeostasis. *Journal of Cellular Physiology*, 237(1), 239-257. <https://doi.org/doi:10.1002/jcp.30562>
- Manshori, M., Kazemnejad, S., Naderi, N., Darzi, M., Aboutaleb, N. & Golshahi, H. (2022). Greater angiogenic and immunoregulatory potency of bFGF and 5-aza-2'-deoxycytidine pre-treated menstrual blood stem cells in compare to bone marrow stem cells in rat model of myocardial infarction. *BMC Cardiovascular Disorders*, 22, 578. <https://doi.org/10.1186/s12872-022-03032-7>
- Mirzadegan, E., Golshahi, H., Saffarian, Z., Darzi, M., Khorasani, S., Edalatkhah, H., Saliminejad, K. & Kazemnejad, S. (2022). The remarkable effect of menstrual blood stem cells seeded on bilayer scaffold composed of amniotic membrane and silk fibroin aiming to promote wound healing in diabetic mice. *International immunopharmacology*, 102, 108404. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2021.108404>

- Narayanan, S., Paramshetti, S., Angolkar, M., Gangadharappa, H. V., Vaijanathappa, J., Ambhore, N. S., Haripriya, G., Osmani, R. A. M. & Asha Spandana, K. M. (2024). Stem cell-based therapy for neurodegenerative disorders: progress and challenges. In T. S. Koduru, R. A. M. Osmani, E. Singh & S. Dutta (Eds.), *The Neurodegeneration Revolution: Emerging Therapies and Sustainable Solutions* (pp. 243-265). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-28822-7.00025-8>
- Nisat, U. T., Dutta, M., Ullah, M. H. & Khandaker, M. U. (2025). Stem cell therapeutics in neurological disorders: classification, mechanisms and clinical applications. In M. U. Khandaker & M. Kazi (Eds.), *The Nervous System. Stem Cell Innovation in Health & Disease* (pp. 61-80). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-27414-5.00004-X>
- Oliveira Rodrigues, M. C., Lippert, T., Nguyen, H., Kaelber, S., Sanberg, P. R. & Borlongan, C. V. (2016). Menstrual Blood-Derived Stem Cells: In Vitro and In Vivo Characterization of Functional Effects. In F., Karimi-Busheri & M. Weinfeld (Eds), *Advances in experimental medicine and biology*, 951, 111–121. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45457-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45457-3_9)
- Park, M. N., Kim, M., Lee, S., Kang, S., Ahn, C. H., Tallei, T. E., Kim, W. & Kim, B. (2025). Targeting Redox Signaling Through Exosomal MicroRNA: Insights into Tumor Microenvironment and Precision Oncology. *Antioxidants*, 14(5), 501. <https://doi.org/10.3390/antiox14050501>
- Robalo Cordeiro, M., Anjinho Carvalhos, C. & Figueiredo-Dias, M. (2023). The Emerging Role of Menstrual-Blood-Derived Stem Cells in Endometriosis. *Biomedicines*, 11(1), 39. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11010039>
- Robalo Cordeiro, M., Roque, R., Laranjeiro, B., Carvalhos, C. & Figueiredo-Dias, M. (2024). Menstrual Blood Stem Cells-Derived Exosomes as Promising Therapeutic Tools in Premature Ovarian Insufficiency Induced by Gonadotoxic Systemic Anticancer Treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(15), 8468. <https://doi.org/10.3390/ijms25158468>
- Sadiasa, A., Werkmeister, J. A., Gurung, S. & Gargett, C. E. (2025). Steps towards the clinical application of endometrial and menstrual fluid mesenchymal stem cells for the treatment of gynecological disorders. *Expert Opinion on Biological Therapy*, 25(3), 285-307. <https://doi.org/10.1080/14712598.2025.2465826>
- Sanchez-Mata, A. & Gonzalez-Muñoz, E. (2021). Understanding menstrual blood-derived stromal/stem cells: Definition and properties. Are we rushing into their therapeutic applications? *iScience*, 24(12), 103501. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.103501>
- Soto-Mercado, V., Mendivil-Perez, M., Jimenez-Del-Rio, M. & Velez-Pardo, C. (2025). Combination of Epigallocatechin-3-Gallate and Tramiprosate Prevent Accumulation of Intracellular A $\beta$  and Dysfunctional Autophagy–Lysosomal Pathway at Earliest Stage of Transdifferentiation of Mesenchymal Stromal Cells into PSEN1 E280A Cholinergic-like Neurons. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(8), 3756. <https://doi.org/10.3390/ijms26083756>
- Suárez Carrasco, I., de Pedro Muñoz, M. Á., Pulido Fresneda, M., Álvarez Pérez, V., Marchena López, A. M., Sánchez Margallo, F. M. & López Nieto, E. (2025). Prediction by bioinformatics analysis of the ability of micrnas in the secretome of menstrual blood-derived stem cells (menscs) as a treatment for ENDOMETRiosis. *British Journal of Surgery*, 112(Supplement\_2). <https://doi.org/10.1093/bjs/znae322.029>
- Temsamani, F., Agalit, A. & Idrissi Serhrouchni, K. (2025) Methods for Pluripotent Stem Cell Characterization: A Narrative Review. *Cureus*, 17(1), e77362. <https://doi.org/10.7759/cureus.77362>
- Tian, Z., Yu, T., Liu, J., Wang, T. & Higuchi, A. (2023). Introduction to stem cells. In *Progress in Molecular Biology and Translational Science* (pp. 3-32), 199. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2023.02.012>
- Uzieliene, I., Urbonaite, G., Tachtamisevaite, Z., Mobasheri, A. & Bernotiene, E. (2018). The Potential of Menstrual Blood-Derived Mesenchymal Stem Cells for Cartilage Repair and Regeneration: Novel Aspects. *Stem cells international*, 2018, 5748126. <https://doi.org/10.1155/2018/5748126>
- Velasteguí Peñafiel, E., Castillo, M. E., Ortiz, F., Vivanco-Arias, C. & Vinuesa-Flores, A. (2025). Cultivo y terapia celular: tecnología aplicable en la biomedicina actual y futura. *Metro Ciencia*, 33(1), 60-70. <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol33/1/2025/60-70>
- Wang, M., Zhao, X., Cui, Y., Gui, H., Wang, S., Liu, Z. & Wang, X. (2025). Extracellular vesicles in burn injury: roles, mechanisms, and applications. *Burns & Trauma*, 13, tkaf006. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkaf006>
- Woll, P. S. & Mead, A. J. (2025). Human stem cells and haemopoiesis. In A. J. Mead, M. A. Laffan, G. P. Collins., D.

Hay & A. V. Hoffbrand (Eds.), *Hoffbrand's Postgraduate Haematology* (pp. 1-14). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119706687.ch1>

Worku, M. G. (2021). Pluripotent and Multipotent Stem Cells and Current Therapeutic Applications: Review. *Stem Cells and Cloning: Advances and Applications*, 14, 3–7. <https://doi.org/10.2147/SCCAA.S304887>

Xu, Z., Zhang, G., Zhang, X., Lei, Y., Sun, Y., He, Y., Yang, F., Nan, W., Xing, X., Li, Y. & Lin, J. (2023). Menstrual blood-derived endometrial stem cells inhibit neuroinflammation by regulating microglia through the TLR4/MyD88/NLRP3/Casp1 pathway. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 157, 106386. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2023.106386>

### **Declaración de conflicto de interés**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

---

**Editor:** Dr. C. Yasniel Sánchez Suárez  <http://orcid.org/0000-0003-1095-1865>