



Piel que salva. Avances y desafíos en el uso de injertos cadavéricos en pacientes quemados

Skin that saves. Advances and challenges in the use of cadaveric grafts in burned patients

Dr. Óscar Alejandro Romero-Argüello,* Dra. María José Franco-Tormo,†§
Dr. Juan Manuel Ascencio-Reyes,‡¶ Dr. Rodolfo Ariel Miranda-Altamirano,‡||
Dr. Juan Eduardo González-Aboytes,‡,**

Palabras clave:

quemaduras, injerto autólogo, aloinjerto, inmunocompatibilidad, glicerolización

Keywords:

burns, autologous graft, allograft, immunocompatibility, glycerol preservation

RESUMEN

Las quemaduras representan un problema de salud pública a nivel mundial. La escisión temprana del tejido necrótico dentro de las primeras 24 a 48 horas posteriores a la lesión reduce la mortalidad en casos de quemaduras graves. El injerto de piel autóloga continúa siendo el estándar de oro para el cierre definitivo de quemaduras de espesor total; sin embargo, en quemaduras que afectan más del 30% de la superficie corporal, el uso de injerto de piel cadavérica se presenta como una alternativa ideal. Uno de los principales retos en este contexto es la inmunocompatibilidad, por lo que resulta crucial establecer un manejo estandarizado y controlado de los tejidos alogénicos. Esto permite minimizar el riesgo de rechazo y optimizar la eficacia clínica del injerto. En el presente artículo se revisan las principales indicaciones, ventajas, desventajas y resultados clínicos respaldados por evidencia científica sobre el uso de piel cadavérica.

ABSTRACT

Burns are a global public health problem. Early excision of necrotic tissue within the first 24 to 48 hours after injury has significantly reduced mortality in severe burn cases. Autologous skin grafting remains the gold standard for definitive closure of full-thickness burns. However, in cases involving more than 30% of total body surface area, cadaveric skin grafting is an ideal alternative. One of the main challenges in this context is immunocompatibility; therefore, it is crucial to establish standardized and controlled management of allogeneic tissues to minimize the risk of rejection and optimize clinical efficacy. This article reviews the main indications, advantages, disadvantages and clinical outcomes, supported by scientific evidence concerning the use of cadaverous skin.

* Hospital Universitario de Saltillo «Dr. Gonzalo Valdés Valdés». México.
ORCID:
0009-0004-3497-3561

† Antiguo Hospital Civil de Guadalajara «Fray Antonio Alcalde». México.
ORCID:
§ 0009-0001-6008-3421

¶ 0000-0002-4329-3072
|| 0009-0001-7426-7301
** 0000-0002-1118-1754

Recibido: 09 septiembre 2025
Aceptado: 02 octubre 2025

INTRODUCCIÓN

El término «injerto» deriva del latín *insertus*, que significa «introducir», mientras que el prefijo «alo» proviene del griego *allo*, que se traduce como «otro». En este contexto, un aloinjerto se define como un trasplante de tejido proveniente de otro individuo de la misma especie, pero genéticamente distinto al receptor.¹

En 1881, el cirujano estadounidense John Girdner realizó uno de los primeros reportes del uso de piel cadavérica como alotrasplante en el tratamiento de heridas, marcando un hito en la historia de la medicina reconstructiva. Aunque esta práctica continuó desarrollándose, fue en 1888 cuando el médico belga Lucien Schoofs llevó a cabo un procedimiento significativo al utilizar, en una paciente pediátrica con quemaduras, la piel sana de su madre para cubrir

Citar como: Romero-Argüello ÓA, Franco-Tormo MJ, Ascencio-Reyes JM, Miranda-Altamirano RA, González-Aboytes JE. Piel que salva. Avances y desafíos en el uso de injertos cadavéricos en pacientes quemados. Cir Plast. 2025; 35 (4): 214-219. <https://dx.doi.org/10.35366/122090>



los defectos. El caso resultó notable, ya que se observó una adherencia inicial exitosa de los injertos y una posterior restitución progresiva del tejido lesionado mediante regeneración cutánea espontánea. Estos hallazgos consolidaron el papel de los injertos alogénicos como una estrategia transitoria efectiva para la cobertura de heridas y estimulación de la cicatrización. La utilización de piel cadavérica condujo al reconocimiento del sistema inmunológico en el rechazo de estos injertos. Posteriormente se desarrollaron técnicas de preservación y almacenamiento, siendo estas funciones asumidas por bancos de piel, instituciones encargadas de garantizar la calidad biológica y la seguridad sanitaria de los injertos.¹

La piel de donantes puede almacenarse a largo plazo mediante diferentes métodos de preservación. Los más usados son la criopreservación, mediante congelación controlada (0.5-5 °C min) y almacenamiento en nitrógeno líquido a -196 °C o en un congelador a -80 °C.² Por otro lado, la glicerolización es un método desarrollado por el *Euro Skin Bank* en Beverwijk, Países Bajos, el cual consiste en secar la piel eliminando el agua de las células; la piel del donante se transfiere gradualmente en soluciones con glicerol, para ser almacenada finalmente con una concentración al 85% a 4 °C, lo que reduce el riesgo de transferencia bacteriana al receptor.³ Los injertos conservados en glicerol se desvitalizan, pero conservan su estructura anatómica y resistencia, lo que resulta útil para la cobertura temporal de quemaduras de espesor parcial, donde la piel alogénica se adhiere y protege la zona afectada, mientras cicatriza por debajo.⁴ El *Euro Skin Bank* fue establecido en 1976 por la Fundación Holandesa de Quemaduras (*Dutch Burns Foundation*) con la finalidad de proveer piel humana de cadáver; el método que se usó en ese banco para preservar la piel fue el almacenamiento a bajas temperaturas (criopreservación). Sin embargo, cuando introdujeron el glicerol como crioprotector de la piel, reportaron una mejoría en la calidad de los aloinjertos.⁵

Los problemas críticos asociados con los aloinjertos son la limitada disponibilidad de tejido y la respuesta inmunológica que lleva al rechazo de los mismos. Aunque los tratamientos inmunosupresores actuales son eficaces para

prevenir el rechazo temprano de trasplantes de órganos, como el riñón, éstos tienen poco o ningún efecto en el trasplante de piel.⁶ La colocación de un injerto cutáneo alogénico sin un proceso de modulación inmunogénica desencadenaría una respuesta inmunitaria intensa por parte del receptor que conduciría al rechazo del mismo.

Inicialmente, el traumatismo y daño tisular desencadena una respuesta inflamatoria innata, con infiltración de neutrófilos, macrófagos y células dendríticas (CD), las cuales liberan citocinas, proteínas de fase aguda y factores angiogénicos. Simultáneamente, las CD del donante migran a los órganos linfoides del receptor y presentan antígenos alogénicos, activando la respuesta inmunitaria adaptativa. Este proceso, conocido como alorreconocimiento, ocurre cuando los linfocitos T del receptor reconocen diferencias genéticas entre células de la misma especie. Como resultado, se activan células T CD4⁺ y CD8⁺ que proliferan, secretan citocinas proinflamatorias y se diferencian en células efectoras capaces de infiltrar el injerto y destruir las células del donante.⁶

Con las diferentes técnicas de criopreservación y glicerolización se disminuye la viabilidad celular y se eliminan las principales células presentadoras de antígenos, como las células dendríticas. Como consecuencia, se reduce la activación de linfocitos T y se induce una respuesta inflamatoria más moderada, predominantemente mediada por macrófagos. Este cambio permite prolongar la permanencia funcional del injerto, facilitando la preparación del lecho receptor para el injerto definitivo;^{7,8} por esta razón, es fundamental implementar un manejo estandarizado y controlado de los tejidos alogénicos a fin de minimizar el riesgo de rechazo y maximizar la eficacia clínica del injerto.

Las quemaduras que afectan grandes superficies generalmente se abordan utilizando injertos de piel autólogos de espesor parcial; éstos son inmunocompatibles y no requieren fármacos inmunosupresores ni procesos inmunogénicos, lo que conlleva un riesgo nulo de rechazo y un menor riesgo de infección.⁹ En casos severos de quemaduras masivas ($\geq 30\%$) donde no sea posible el autotransplante, el injerto cadavérico representa el sustituto ideal,

ya que está disponible para su uso inmediato y no está limitado a la disponibilidad en la zona donante del paciente, lo cual es especialmente benéfico para pacientes críticos.⁹ Sin embargo, existe un mayor riesgo de rechazo debido a su incompatibilidad inmunológica, lo que subraya la necesidad de estrategias de ingeniería diseñadas para inducir tolerancia inmunológica a los aloinjertos de piel.⁶

Según Sheridan y colaboradores, las características que debe reunir un injerto para ser considerado ideal incluyen formar una barrera protectora frente a las bacterias, prevenir la pérdida de líquidos, ser de fácil aplicación, contar con flexibilidad y adaptación a las irregularidades de la superficie corporal, no producir o favorecer la formación de hipertrofia cicatricial, además de ser de fácil disponibilidad y almacenamiento.¹⁰ Los injertos cadavéricos reúnen la mayoría de estas propiedades, lo que los califica como un injerto ideal; entre sus beneficios destaca el alivio del dolor, la barrera contra infecciones, la reducción de la pérdida de agua y electrolitos, la estimulación de la cicatrización, la formación de tejido de granulación y la estimulación de la epitelización, que en algunos casos es casi total.¹¹

Se ha establecido que la escisión temprana del tejido quemado y la cobertura temporal con piel de cadáver reducen la mortalidad por quemaduras graves.¹² Existen diversas indicaciones para el uso de aloinjertos en el contexto de lesiones térmicas graves, por ejemplo, en quemaduras extensas o quemaduras masivas con un

porcentaje de superficie corporal quemada de $\geq 30\%$, es decir, donde no se dispone de tejido sano para la colocación de injerto autólogo. En quemaduras de espesor parcial, funciona como un apósito biológico, eliminando la necesidad de intervención quirúrgica y previniendo la progresión secundaria de la profundidad de la herida, a menudo causada por desecación o infección.¹³ En quemaduras de espesor total son útiles en la preparación del lecho, favoreciendo la formación de tejido de granulación, lo que facilita posteriormente la colocación de injertos autólogos definitivos;¹⁴ además, pueden combinarse con injerto autólogo, en una técnica conocida como «injerto sándwich», en la que el aloinjerto protege los delicados autoinjertos y las superficies descubiertas del lecho de la herida. Los datos clínicos sugieren que el rechazo es más lento y débil en los injertos sándwich y que, además, aumenta la probabilidad de un cierre y cicatrización exitosa.¹²

Las unidades de quemados han desarrollado sus propios algoritmos de tratamiento (Figura 1), los cuales dependen en gran medida de la disponibilidad de los recursos locales y de las preferencias de los profesionales clínicos, especialmente en las prácticas de tratamiento de heridas en personas con quemaduras masivas.

Las quemaduras son lesiones comunes que causan aproximadamente 180,000 muertes al año a nivel mundial.¹⁵ Desde la década de



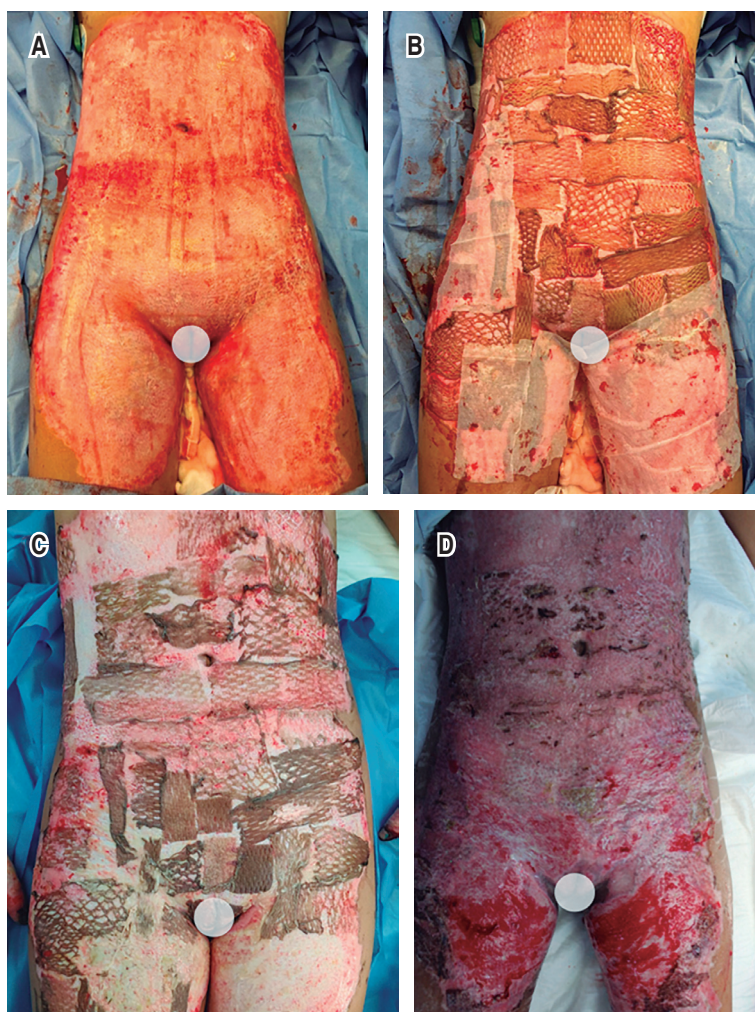


Figura 2: A) Evolución de quemadura de segundo grado superficial y profundo. B) Uso de piel cadavérica para cubrir zona afectada. C) Revisión al séptimo día. D) Epitelización casi en su totalidad con tejido de granulación en región anterior de muslo, donde se coloca injerto autólogo.

1970, diversos estudios han demostrado que la escisión temprana del tejido necrótico, dentro de las primeras 24 a 48 horas posteriores a la lesión, se asocia con menor pérdida sanguínea, reducción del riesgo de infección, disminución de la estancia hospitalaria y mejor pronóstico a largo plazo. En este contexto, el injerto de piel autóloga continúa siendo el estándar de oro para el cierre definitivo de quemaduras de espesor total debido a su inmunocompatibilidad, capacidad para formar una barrera contra patógenos, mantener un ambiente húmedo y reducir la pérdida de líquidos.¹⁶ Además, en

condiciones clínicas ideales, su tasa de integración puede alcanzar entre el 70 y 90%.¹⁷ Sin embargo, en pacientes con quemaduras extensas que afectan más del 30% de la superficie corporal total, puede no haber suficiente piel sana disponible para realizar autoinjertos inmediatos. En estos casos, el uso de injertos alogénicos se convierte en una estrategia terapéutica útil; estos injertos, al estar disponibles como productos estandarizados y listos para usar,⁹ permiten una cobertura temporal eficaz, reduciendo la pérdida de líquidos y electrolitos y favoreciendo la formación de tejido de granulación, lo que facilita posteriormente la colocación de injertos autólogos definitivos.¹⁸

En este sentido, el uso del proceso de glicerolización ha demostrado ser una estrategia efectiva para reducir la inmunogenicidad de los aloinjertos. Este procedimiento consiste en la conservación de la piel en soluciones de glicerol al 85% a 4 °C, lo que disminuye la viabilidad celular y elimina las principales células presentadoras de antígenos, como las células dendríticas. Como consecuencia, se reduce la activación de linfocitos T y se induce una respuesta inflamatoria más moderada, predominantemente mediada por macrófagos. Este cambio permite prolongar la permanencia funcional del injerto, facilitando la preparación del lecho receptor para el injerto definitivo. Adicionalmente, la glicerolización otorga propiedades antimicrobianas y virucidas al tejido, disminuyendo el riesgo de complicaciones infecciosas.^{7,8}

No obstante, este método también presenta limitaciones, ya que los injertos glicerolizados tienden a ser más rígidos que los autoinjertos, lo cual puede dificultar su aplicación en ciertas regiones anatómicas o situaciones clínicas específicas. Además, existe un riesgo no despreciable de contaminación en el proceso de obtención aún bajo protocolos rigurosos.¹⁹ El establecimiento y operación de bancos de piel implica costos importantes, por lo que la disponibilidad en países de ingresos medianos y bajos, aun cuando el injerto de piel cadavérica es la fuente más común en todo el mundo, no está disponible en la mayoría de los países. Existen otros factores que mitigan el uso de la obtención del aloinjerto, como restricciones culturales, religiosas, logísticas o instituciona-

les.²⁰ Finalmente, la función de la piel cadavérica es temporal, por lo que no reemplazan al injerto definitivo.

En la práctica clínica se observó la evolución favorable de dos pacientes con quemaduras de segundo grado superficial y profundo, en quienes se utilizó piel cadavérica como cobertura transitoria. En ambos casos, la revisión al séptimo día mostró adecuada epitelización o formación de tejido de granulación, lo cual permitió la colocación oportuna de injertos autólogos con adecuada integración y evolución satisfactoria (*Figuras 2 y 3*). Estas experiencias evidencian el papel del aloinjerto como herramienta eficaz para conservar el lecho de la herida, modular la respuesta inflamatoria y favorecer la regeneración tisular en el contexto de quemaduras extensas.



Figura 3: A) Evolución de quemadura de segundo grado superficial y profundo. B) Uso de piel cadavérica para cubrir zona afectada. C) Revisión al séptimo día. D) Preparación de lecho con formación de tejido de granulación, donde se coloca injerto autólogo.

En la actualidad también se investigan otras estrategias terapéuticas como matrices dérmicas acelulares, piel bioingenierizada o cultivo de queratinocitos autólogos, que prometen ampliar las opciones en la regeneración cutánea, aunque su disponibilidad y costo aún limitan su uso generalizado. Por tanto, el uso estratégico de injertos alogénicos procesados mediante glicerolización continúa siendo una solución efectiva, segura y accesible para el manejo transitorio de grandes superficies quemadas, optimizando los tiempos quirúrgicos y mejorando los resultados funcionales y estéticos en el paciente quemado.

CONCLUSIONES

El injerto de piel cadavérica es una alternativa eficaz y segura para la cobertura temporal en pacientes con quemaduras extensas, especialmente cuando no hay suficiente piel autóloga disponible. Su uso representa un menor costo, menor tiempo de estancia hospitalaria y mejoría en la preparación del lecho quirúrgico para la colocación oportuna de injertos definitivos. En contraste, los apósitos sintéticos requieren aseos quirúrgicos constantes, lo que pone en peligro la superficie de lesiones parcialmente epitelizadas. La piel cadavérica forma una cobertura biológica más estable que favorece la protección del lecho sin necesidad de intervenciones tan repetidas, optimizando así el manejo clínico del paciente quemado; además, con el proceso de glicerolización, mejora la seguridad del aloinjerto, al reducir su inmunogenicidad, e incluso el riesgo de transmisión de infecciones. A pesar de ser una solución temporal, la piel cadavérica sigue siendo una herramienta valiosa, siempre que se utilice bajo protocolos estandarizados y con el control de calidad adecuado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Hospital Civil de Guadalajara «Fray Antonio Alcalde», particularmente a la Unidad de Alta Especialidad de Atención a Niños, Niñas y Adolescentes con Quemaduras, por su disposición institucional y el respaldo logístico brindado durante el desarrollo de la presente

investigación. De igual manera, se reconoce la valiosa colaboración de la Lic. Q.B. Yareidy Lizeth Romero Arguello, cuya experiencia en la caracterización y aplicación del glicerol como agente alcoholado con propiedades protectoras de tejidos constituyó un aporte sustancial para el abordaje metodológico y la interpretación de los hallazgos.

REFERENCIAS

1. Fonseca CM. Aloinjertos cutáneos. *Rev Cir* 2025; 77 (2): 235-243.
2. Khoo TL, Halim AS, Saad AZ, Dorai AA. The application of glycerol-preserved skin allograft in the treatment of burn injuries: An analysis based on indications. *Burns* 2010; 36 (6): 897-904.
3. van Baare J, Ligtoet EE, Middelkoop E. Microbiological evaluation of glycerolized cadaveric donor skin. *Transplantation* 1998; 65 (7): 966-970.
4. Richters CD, Hoekstra MJ, du Pont JS, Kreis RW, Kamperdijk EWA. Immunology of skin transplantation. *Clin Dermatol* 2005; 23 (4): 338-342.
5. Reyes Frías ML, González Villavicencio C, Salinas Anastacio MP. Apósitos de piel de cerdo preservados en glicerol. México: Banco de Tejidos Radioesterilizados, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; 2007. Reporte No. 4.
6. Benichou G, Yamada Y, Yun SH, Lin C, Fray M, Tocco G. Immune recognition and rejection of allogeneic skin grafts. *Immunotherapy* 2011; 3 (6): 757-770.
7. Richters CD, Hoekstra MJ, van Baare J, du Pont JS, Kamperdijk EW. Immunogenicity of glycerol-preserved human cadaver skin in vitro. *J Burn Care Rehabil* 1997; 18 (3): 228-233.
8. Verbeken G, Verween G, De Vos D, Pascual B, De Corte P, Richters C et al. Glycerol treatment as recovery procedure for cryopreserved human skin allografts positive for bacteria and fungi. *Cell Tissue Bank* 2012; 13 (1): 1-7.
9. Yassaghi Y, Nazerian Y, Niazi F, Niknejad H. Advancements in cell-based therapies for thermal burn wounds: a comprehensive systematic review of clinical trials outcomes. *Stem Cell Res Ther* 2024; 15 (1): 277.
10. Sheridan R. Closure of the excised burn wound: autografts, semipermanent skin substitutes, and permanent skin substitutes. *Clin Plast Surg* 2009; 36(4): 643-351.
11. Saegeman VSM, Ectors NL, Lismont D, Verduyck B, Verhaegen J. Short- and long-term bacterial inhibiting effect of high concentrations of glycerol used in the preservation of skin allografts. *Burns* 2008; 34 (2): 205-211.
12. Lenz M, Allorto N, Chamanian S, Schiestl C, Mohr C, Boettcher M et al. Availability, effectiveness and safety of cadaveric and fresh allogeneic skin grafts in pediatric burn care—a review. *Cell Tissue Bank* 2025; 26 (2): 16.
13. Gacto-Sanchez P. Surgical treatment and management of the severely burn patient: Review and update. *Med Intensiva* 2017; 41 (6): 356-364.
14. Olivera Whyte LM, Izquierdo ME, Gutiérrez Pachón DM, Rodríguez JA, Prezzavento GE. Versatility in the use of cadaveric skin grafts for wound management. *Wounds Compend Clin Res Pract* 2024; 36 (9): 303-311.
15. World Health Organization. Burns [Internet]. Geneva: WHO; 2023. Available in: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/burns>
16. Válik A, Harangozó K, Garami A, Juhász Z, Józsa G, Lorincz A. Mid-term follow-up study of children undergoing autologous skin transplantation for burns. *Life* 2023; 13 (3): 762.
17. Braza ME, Marietta M, Fahrenkopf MP. Split-thickness skin grafts. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available in: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551561/>
18. Vecin NM, Kirsner RS. Skin substitutes as treatment for chronic wounds: current and future directions. *Front Med* 2023; 10: 1154567.
19. Obeng MK, McCauley RL, Barnett JR, Heggers JP, Sheridan K, Schutzler SS. Cadaveric allograft discards as a result of positive skin cultures. *Burns J Int Soc Burn Inj* 2001; 27 (3): 267-271.
20. Iyoon AO, Ademola SA, Olawoye OA, Michael AI, Aderibigbe RO, Iyoon OI et al. Glycerolised skin allografts for extensive burns in low- and middle-income countries. *J West Afr Coll Surg* 2021; 11 (3): 35-41.

Correspondencia:

Dr. Óscar Alejandro Romero-Argüello

E-mail: oscar.romero@uadec.edu.mx