

## Reconstructive tissue surgery focused on the use of xenografts and allografts in burn patients.

### Cirugía tisular reconstructiva enfocada al uso de xenoinjertos y aloinjertos en pacientes con quemaduras.

**Autores:**

Argoti-Tierres, Alison Paola  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Interno de Medicina  
Ambato – Ecuador



[aargoti5953@uta.edu.ec](mailto:aargoti5953@uta.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0002-1115-9335>

Dr. Esp. Chicaiza-Tayupanta, Jesus Onorato  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Docente/Tutor  
Ambato – Ecuador



[jesusochicaiza@uta.edu.ec](mailto:jesusochicaiza@uta.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-5777-2971>

Fechas de recepción: 24-MAR-2025 aceptación: 25-ABR-2025 publicación: 30-JUN-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



## Resumen

Las quemaduras constituyen un problema de salud pública de alta prioridad debido a la magnitud del daño y la pérdida funcional del tejido afectado, lo que impacta negativamente en la calidad de vida del paciente. En los últimos años, los avances en el tratamiento quirúrgico, en particular el uso de xenoinjertos y aloinjertos, han demostrado ser una alternativa eficaz en la reconstrucción tisular. Estos injertos contribuyen significativamente a acelerar la cicatrización, mantener la humedad del lecho de la herida, limitar la profundización de las lesiones, reducir la pérdida de fluidos y el dolor, así como minimizar el riesgo de infecciones y el estrés metabólico. Además, evitan daños en zonas sanas, disminuyen la frecuencia de curaciones repetidas y previenen secuelas estéticas y funcionales, lo que mejora la autoimagen y aceptación del paciente. A pesar de su efectividad, en el contexto nacional se observa una limitada implementación y difusión de estas técnicas. A nivel internacional, se han desarrollado instrumentos para evaluar la respuesta del personal de salud frente a pacientes con quemaduras graves, incluyendo simulacros y estudios sobre la efectividad de las cirugías reconstructivas. Esta revisión pretende identificar factores de riesgo y resaltar la importancia de contar con opciones terapéuticas y recursos adecuados para su aplicación oportuna.

**Palabras clave:** Quemaduras; injertos cutáneos; aloinjertos; piel de tilapia; xenoinjertos; piel de cerdo

## Abstract

Burns constitute a high priority public health problem due to the magnitude of the damage and the functional loss of the affected tissue, which negatively impacts the patient's quality of life. In recent years, advances in surgical treatment, particularly the use of xenografts and allografts, have proven to be an effective alternative in tissue reconstruction. These grafts contribute significantly to accelerate healing, maintain wound bed moisture, limit the deepening of lesions, reduce fluid loss and pain, as well as minimize the risk of infections and metabolic stress. In addition, they prevent damage to healthy areas, decrease the frequency of repeated healing and prevent aesthetic and functional sequelae, which improves the patient's self-image and acceptance. Despite their effectiveness, in the national context there is limited implementation and dissemination of these techniques. Internationally, instruments have been developed to evaluate the response of health personnel to patients with severe burns, including simulations and studies on the effectiveness of reconstructive surgeries. This review aims to identify risk factors and highlight the importance of having adequate therapeutic options and resources for their timely application.

**Keywords:** Burns; skin grafts; allografts; tilapia skin; xenografts; pig skin



## Introducción

La piel es el órgano más grande del cuerpo humano al actuar como una barrera protectora frente a los agentes nocivos tanto físicos como químicos; además, se encarga de los procesos de cicatrización, termorregulación y el registro de estímulos sensoriales. Las lesiones por quemaduras representan una de las causas más frecuentes de muerte a nivel mundial, su incidencia varía de acuerdo con cada país. (Apolo, Lema, Moya, et al., 2024, p. 3) “Las lesiones por quemaduras se originan a partir de la interacción de la piel con diferentes agentes físicos o químicos, dicha interacción podría generar desde un daño superficial en el tejido hasta la destrucción completa de las estructuras involucradas”

(Aguirre, Andrade, Ramirez, et al., 2024, p. 3) “La Organización Mundial de la Salud estima que anualmente se registran alrededor de 11 millones de casos de quemaduras, con una alarmante cifra de 300,000 muertes asociadas, siendo la causa más común en entornos laborales y domésticos.” Los niños son particularmente susceptibles, y a pesar de que la mortalidad es más elevada en mujeres, las tasas de lesiones por quemaduras son más frecuentes en hombres; en la actualidad, las lesiones por quemaduras se consideran un problema de salud pública por los altos costos que generan las hospitalizaciones prolongadas, las incapacidades funcionales que resultan en la pérdida de trabajos.

La clasificación de las quemaduras es fundamental para evaluar la severidad de la lesión y orientar el tratamiento correcto. Esta categorización se basa en factores como la profundidad, el tamaño de la zona afectada y el nivel de compromiso del paciente, lo que facilita la comunicación entre los profesionales sanitarios y la implementación de medidas terapéuticas apropiadas. Tras una quemadura, el organismo activa una respuesta inflamatoria que puede derivar en complicaciones serias, como infecciones o fallos en distintos órganos, lo que hace crucial brindar una atención médica rápida y eficaz. En las últimas décadas, el tratamiento de las quemaduras ha experimentado avances notables que han mejorado tanto la supervivencia como la recuperación de los pacientes. Esto ha provocado un cambio en el enfoque del manejo de quemaduras graves: ya no se centra únicamente en la supervivencia, sino también en optimizar la calidad de vida posterior. Esta calidad de vida está estrechamente relacionada con la reintegración social, la apariencia y evolución de las cicatrices, así como con la percepción que el paciente tiene de su imagen personal.

Para (Hicks, Katie E. et al., 2019). Actualmente, el injerto autólogo de piel de espesor parcial (STSG, por sus siglas en inglés) sigue siendo el tratamiento más utilizado para lesiones profundas, tanto dérmicas como de espesor total. No obstante, este método presenta varias limitaciones, como la disponibilidad restringida de sitios donantes, complicaciones en esas áreas, contracción del injerto y una cicatrización que a veces resulta incierta o ineficaz (p. 2).

En respuesta a estas limitaciones, se han desarrollado alternativas como los aloinjertos humanos y



diferentes sustitutos dérmicos y epidérmicos, tanto biológicos como sintéticos. Dentro de estas opciones, las matrices dérmicas regenerativas (DRM) han ganado relevancia como reemplazos cutáneos permanentes, especialmente útiles tras la escisión de áreas afectadas por quemaduras o durante procedimientos para liberar contracturas resultantes de estas lesiones. Por otra parte, los xenoinjertos se han propuesto como una opción complementaria; aunque su utilización ha generado debate, en numerosos casos han ofrecido una cobertura adecuada y han contribuido a la disminución del dolor. Sin embargo, las funciones principales de los sustitutos cutáneos incluyen conservar la humedad en la zona lesionada, prevenir que las heridas se hagan más profundas, minimizar la pérdida de líquidos y el impacto metabólico, reducir el riesgo de infecciones y aliviar el dolor. (Ricardo E y José Luis P, 2020).

El avance continuo en el desarrollo de materiales biosintéticos y biológicos ha enriquecido las estrategias disponibles para la regeneración tisular. En este contexto, el presente artículo de revisión bibliográfica, se propone analizar los diversos tipos de aloinjertos y xenoinjertos aplicados en pacientes con quemaduras, evaluando su efectividad clínica, su impacto en el alivio del dolor y su contribución a mejorar los resultados funcionales y estéticos a largo plazo.

## Material y métodos

Se desarrolló una revisión bibliográfica de carácter descriptivo, cuyo objetivo fue examinar de manera crítica y estructurada la evidencia existente sobre el empleo de aloinjertos y xenoinjertos en la reconstrucción tisular de pacientes con quemaduras. Esta investigación centró su análisis en el uso de aloinjertos como sustitutos cutáneos sintéticos, así como en xenoinjertos provenientes de piel de tilapia y de cerdo.

### Fuentes de búsqueda

La recopilación de información se efectuó a través de bases de datos científicas de amplio reconocimiento internacional en el ámbito biomédico, tales como: PubMed/Medline, Cochrane Library, Scopus, Embase, ScienceDirect, Dialnet, Springer, y Google Scholar como fuente adicional. También se incluyó UpToDate, con el fin de complementar la búsqueda con información clínica actualizada. Estas plataformas fueron seleccionadas por su relevancia en áreas como cirugía reconstructiva, manejo de quemaduras y terapias con injertos.

### Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante la combinación de términos MeSH (Medical Subject Headings) y palabras clave no controladas. Se emplearon conectores booleanos (AND, OR) para optimizar la localización de artículos pertinentes y minimizar la inclusión de estudios no relacionados. Los términos



utilizados incluyeron: “injertos

tisulares”, “xenoinjertos”, “aloinjertos”, “reconstrucción post quemadura”, “piel de tilapia”, “piel porcina” y “colgajos cutáneos sintéticos”.

### **Criterios de inclusión**

Se consideraron elegibles para esta revisión los estudios que cumplieran con los siguientes requisitos:

- Investigaciones centradas en la aplicación de aloinjertos sintéticos y xenoinjertos derivados de piel de tilapia o cerdo en procedimientos de reparación tisular en pacientes con quemaduras.
- Artículos escritos en español, inglés o portugués que abarquen información sobre las quemaduras, su fisiopatología y clasificación.
- Publicaciones con acceso al texto completo.
- Estudios publicados entre 2018 y 2024.
- Artículos con enfoque clínico o experimental, incluyendo estudios observacionales, metaanálisis, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas o revisiones narrativas con soporte metodológico.

### **Criterios de exclusión**

Fueron excluidas del análisis las publicaciones que presentaran alguna de las siguientes características:

- Estudios publicados antes del año 2018.
- Cartas al editor, opiniones, editoriales o resúmenes sin disponibilidad de texto completo.
- Trabajos duplicados o que no abordaran específicamente el uso de injertos cutáneos en el tratamiento de quemaduras.
- Estudios que no ofrecieran análisis comparativos o información relevante sobre la eficacia y aplicación de los tipos de injertos seleccionados.

### **Procedimiento de selección**

La selección de los documentos incluidos se realizó mediante un proceso en cuatro etapas:

1. Eliminación de artículos duplicados, tanto de forma automática como manual.
2. Revisión preliminar de títulos y resúmenes para descartar investigaciones que no respondieran al objetivo de la revisión.
3. Evaluación del contenido completo de los textos que cumplieron los criterios de elegibilidad.
4. Selección final basada en la relevancia científica, el rigor metodológico y la pertinencia de la información presentada, especialmente en cuanto a comparaciones entre los injertos analizados y sus resultados clínicos.
- 5.



## Resultados

La piel, el órgano más grande del cuerpo humano, desempeña un papel fundamental en la protección del organismo, actuando como barrera frente a agentes externos como la radiación ultravioleta, sustancias químicas y microorganismos patógenos. Además, participa en funciones esenciales como la producción de vitamina D, la regulación térmica y el control de la pérdida de humedad. Cuando esta barrera se ve comprometida por lesiones térmicas, como las quemaduras, su capacidad de protección y autorregeneración puede verse gravemente afectada, especialmente en casos de daño profundo. A pesar de que la epidermis cuenta con células madre que permiten cierto grado de regeneración, las quemaduras de espesor total superan esta capacidad, dando lugar a heridas crónicas que requieren tratamientos más avanzados. (Atul, Komal, et al., 2017 y Agatha, 2020)

Las quemaduras representan un desafío clínico complejo debido a su impacto sistémico, la profundidad del daño tisular y las complicaciones asociadas a su tratamiento. La regeneración de la piel ante una lesión térmica es un proceso biológicamente estructurado que se desarrolla a través de cuatro fases interdependientes: hemostasia, inflamación, proliferación y remodelación. Este proceso está regulado por una red coordinada de señales celulares y moleculares. Los macrófagos juegan un papel clave en esta dinámica, ya que median la transición entre la fase inflamatoria y la proliferativa, promoviendo la resolución de la inflamación y el inicio de la reparación tisular. (Busra, Manira, et al., 2019 y Aguirre).

Sin embargo, en el contexto de las quemaduras, este equilibrio se ve profundamente perturbado. La exposición a temperaturas superiores a los 44 °C desencadena la desnaturalización de proteínas estructurales como el colágeno, provocando necrosis tisular y una intensa respuesta inflamatoria sistémica. Esta respuesta se caracteriza por la liberación exacerbada de citocinas proinflamatorias, proteínas de fase aguda y quimiocinas, acompañada por un estado hipermetabólico sostenido, impulsado por la activación del sistema nervioso simpático. La magnitud de esta respuesta inflamatoria depende de múltiples factores: extensión y profundidad de la lesión, tipo de agente causal, presencia de tóxicos o traumas concomitantes, así como las condiciones clínicas del paciente. (Apolo, Lema, Moya, et al., 2024, Agata, 2020, Auger, Barnier, Goyer, et al., 2019 y Hicks, Katie E, et al., 2024)

Desde un punto de vista histológico, las quemaduras se organizan en tres zonas concéntricas según el grado de daño: la zona de coagulación, con necrosis celular irreversible; la zona de estasis, con perfusión comprometida y riesgo de progresión a necrosis; y la zona de hiperemia, donde la perfusión está conservada y el tejido es potencialmente recuperable (Busra, Manira et al., 2019 y Hicks, Katie E, et al., 2024).

### Clasificación de las quemaduras y su implicancia terapéutica



La profundidad y la extensión de la quemadura son factores determinantes para predecir la morbilidad, la mortalidad y establecer el abordaje clínico. Según el nivel de afectación tisular, las quemaduras se clasifican en superficiales, espesor parcial y espesor total (ver tabla 1). (Agata, 2020 y Agnieszka, Izabela, et al., 2023)

**Tabla 1. Clasificación de las quemaduras**

Grado	Tejido comprometido	Características clínicas	Tiempo de cicatrización
Primer grado (superficial)	Epidermis	Eritema, dolor, sin ampollas (ej. quemaduras solares)	Resolución espontánea en 3-4 días
Segundo grado superficial (espesor parcial)	Dermis papilar	Ampollas, dolor intenso, exudado seroso, palidez a la presión	Cicatrización en 10-14 días, sin secuelas importantes
Segundo grado profundo (espesor parcial)	Dermis reticular	Menor palidez, sensibilidad disminuida, daño a anexos cutáneos	Cicatrización en >21 días, alto riesgo de cicatriz hipertrófica
Tercer grado (espesor total)	Toda la dermis hasta la hipodermis	Piel seca, correosa, indolora por daño nervioso	Requiere injertos y cirugía reconstructiva
Cuarto grado	Tejidos profundos: grasa, músculo, hueso	Exposición de estructuras profundas, alto riesgo sistémico	Tratamiento quirúrgico agresivo, con escisión y reconstrucción avanzada

Fuente: Elaboración propia

### Diagnóstico clínico de quemaduras

La valoración clínica de las quemaduras se fundamenta en tres parámetros esenciales: la extensión total de la lesión, la profundidad o el grado de compromiso de las capas cutáneas, y la condición sistémica del paciente. A pesar de los avances en protocolos de evaluación, la estimación precisa de la superficie afectada continúa siendo un reto, incluso para profesionales con experiencia en el manejo de este tipo de lesiones. Actualmente, existen tres métodos principales utilizados para cuantificar el área quemada, aunque se debe tener en cuenta que el enrojecimiento (eritema) observado inicialmente no debe incluirse en el cálculo, ya que puede inducir a una sobrevaloración de la zona afectada durante las primeras horas (Aguirre, Andrade, et al., 2024, Auger, Bernier, Goyer, et al., 2019 y Agnieszka, Isabela, et al., 2023). Para lesiones de pequeña extensión, se emplea con frecuencia el método de la superficie palmar, que utiliza como unidad de medida la palma de la mano del paciente, incluyendo los dedos, equivalente a aproximadamente el 0.8% de la superficie corporal. Si bien este método resulta útil en casos menores, pierde fiabilidad cuando se aplica a quemaduras de tamaño intermedio.

Otro método ampliamente aceptado en adultos es la denominada "regla de los nueves" descrita por

Wallace, que divide anatómicamente el cuerpo en secciones que representan múltiplos del 9% de la superficie corporal total. Esta técnica permite una evaluación rápida y sencilla de quemaduras de moderada a gran extensión. Sin embargo, su aplicabilidad en la población pediátrica es limitada, ya que las proporciones corporales difieren significativamente en los niños, lo que compromete su precisión en este grupo etario ( Hicks, Katie E, et al., 2019 y Agnieszka, Izabela, et al., 2023).

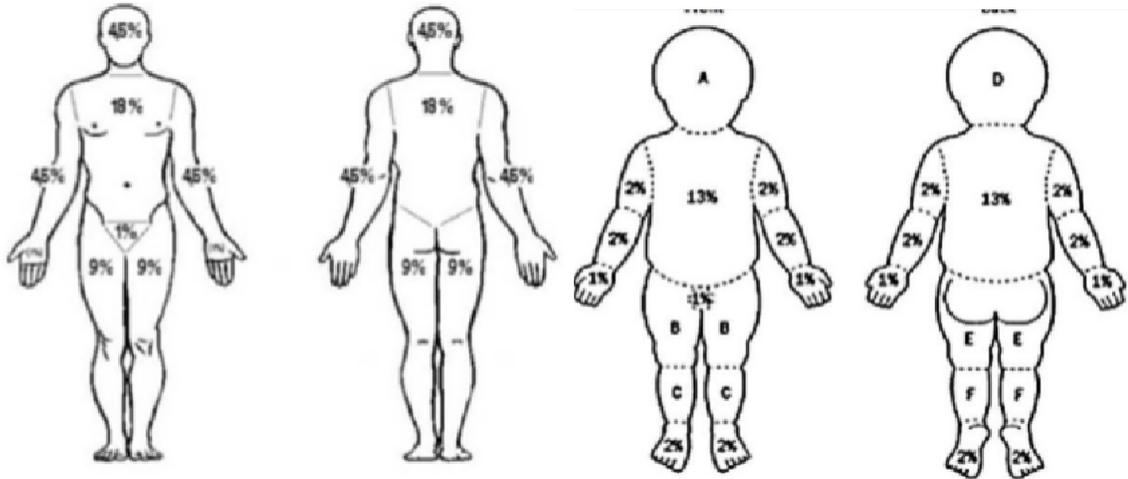


Ilustración 1. Regla de los 9 de Wallace en adultos y en niños, hoja numero 7 (Hicks, Katie E, et al., 2019 y Agnieszka, Izabela, et al., 2023)

### Reparación tisular y manejo quirúrgico

La regeneración cutánea tras una quemadura es un proceso biológico complejo que comienza con la infiltración de células inflamatorias, como neutrófilos y monocitos, cuya función principal es eliminar el tejido desvitalizado. Esta fase inicial da paso a la proliferación de fibroblastos y queratinocitos, células fundamentales en la restauración del tejido dérmico y epidérmico. Finalmente, durante la fase de remodelación, los fibroblastos se transforman en miofibroblastos, contribuyendo activamente a la reestructuración de la matriz extracelular y a la recuperación de la arquitectura, funcionalidad y elasticidad de la piel. Sin embargo, cuando este proceso reparativo se ve alterado, ya sea por factores sistémicos o locales, puede derivar en la formación de cicatrices patológicas como las cicatrices hipertróficas o los queloides. Estas lesiones se caracterizan por su aspecto elevado, enrojecido y por síntomas asociados como prurito, dolor y compromiso estético significativo, lo que repercute negativamente en la calidad de vida del paciente. (Alzate, Calderón, Flores, et al., 2024 y Busra, Manira, et al., 2019 )

En los casos en los que la pérdida de tejido cutáneo es extensa —especialmente cuando supera los 4 cm de diámetro—, el uso de injertos cutáneos se convierte en una estrategia terapéutica indispensable para lograr una cicatrización adecuada. No obstante, la escasa disponibilidad de zonas donantes viables y las

complicaciones inherentes al uso de aloinjertos —como el riesgo de rechazo inmunológico, infección o morbilidad en el sitio donante— limitan su aplicabilidad. (Haneen, Hozaiifa., et al., 2023)

Frente a estos desafíos, los sustitutos cutáneos bioingenierizados han emergido como una alternativa terapéutica de gran potencial. En particular, las matrices dérmicas regenerativas (DRM) han mostrado resultados prometedores, al favorecer una integración tisular eficiente, disminuir la incidencia de infecciones y reducir las secuelas funcionales y estéticas. Estas soluciones avanzadas representan un progreso significativo en el tratamiento quirúrgico de quemaduras profundas y de gran extensión, ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la calidad de vida de los pacientes quemados. (Ricardo E y José Luis P, 2020 y Agnieszka, Izabela, et al., 2023)

### **Definición y clasificación de injertos**

Los injertos se definen como fragmentos de piel de espesor variable que, una vez desvinculados completamente de su vascularización original, se colocan sobre lechos receptores con pérdida de sustancia, donde deben integrarse y revascularizarse para lograr su viabilidad. En la mayoría de los casos, se emplean autoinjertos, es decir, tejidos provenientes del mismo paciente, lo que reduce considerablemente la probabilidad de rechazo inmunológico y favorece la integración tisular. (Busra, Manira, et al., 2019 y Anastasia, Antonio, et al., 2019)

Un aporte relevante en la evolución de esta técnica fue realizado por Netta en 1971, quien propuso el concepto de injerto de espesor "supertotal". Este tipo de injerto incluye no solo las capas epidérmica y dérmica, sino también una porción del tejido adiposo subyacente y la red vascular anastomótica subdérmica. A pesar de que el prendimiento de estos injertos resulta más complejo debido a su mayor grosor y requerimientos nutricionales, su aplicación ha demostrado ser particularmente ventajosa en zonas anatómicas de alta exigencia funcional y estética, como la mano o el aparato ungueal. Cabe mencionar que las características del injerto, especialmente su grosor, pueden variar en función de la región donante seleccionada, lo cual influye directamente en la elección de la técnica quirúrgica más adecuada. (Blatière V, 2021 y Cárdenas, Gonzaga, Pérez, 2022)

Cuando el tejido trasplantado proviene del propio paciente, se denomina autoinjerto o injerto autólogo, siendo esta la opción preferida debido a su baja probabilidad de rechazo inmunológico. En contraste, los aloinjertos u homoinjertos implican la transferencia de piel entre dos individuos de la misma especie, lo que conlleva mayores riesgos inmunológicos y requiere medidas inmunosupresoras. Por otro lado, los xenoinjertos o heteroinjertos se obtienen a partir de especies distintas, comúnmente porcinas o de la piel de tilapia, y se utilizan como soluciones temporales para cubrir heridas, debido a su disponibilidad y capacidad para proteger el lecho de la herida mientras se prepara un injerto definitivo. (Anastasia, Antonio,



et al., 2019 y Cárdenas, Gonzaga, Pérez, 2022)

## Tipos de aloinjertos

En el tratamiento de heridas extensas, especialmente aquellas que requieren cobertura temporal, la piel de donante cadavérico ha sido históricamente una de las opciones más utilizadas. Su principal fortaleza reside en su excelente capacidad de adherencia al lecho de la herida, comportándose de forma muy similar a un autoinjerto, lo que garantiza una protección eficaz y transitoria. Además, una vez retirada, suele dejar un lecho bien vascularizado y apto para recibir injertos definitivos (Anastasia, Antonio, et al., 2019).

No obstante, el uso de este tipo de injerto presenta ciertos desafíos, principalmente relacionados con su elevado costo, debido a los rigurosos procesos de obtención, procesamiento y conservación que requiere. A esto se suma la necesidad de una estricta selección de donantes para minimizar riesgos. Los injertos frescos deben ser aplicados en los primeros días tras su extracción y, si no se utilizan de inmediato, deben conservarse en condiciones controladas mediante técnicas como la refrigeración, criopreservación o glicerolización. Aunque infrecuentes, los riesgos asociados incluyen infecciones y la posible transmisión de enfermedades, lo que exige un control sanitario riguroso durante todo el proceso (Cárdenas, Gonzaga, Pérez, 2022 y Brent, Mohsen S, et al., 2018).

En respuesta a estas limitaciones, han surgido los sustitutos dérmicos bioingenierizados denominados aloinjertos sintéticos, diseñados para proporcionar una estructura tridimensional que facilite la regeneración tisular. Estos productos actúan como matrices que permiten la integración de células autólogas, como los queratinocitos cultivados, favoreciendo la reepitelización y la reparación efectiva del tejido cuando se aplican sobre un lecho dérmico adecuado. La mayoría de estos sustitutos no contienen células vivas en su forma comercial y están pensados para una integración permanente con el tejido del paciente. Entre los sustitutos dérmicos más destacados se encuentran AlloDerm®, una matriz acelular derivada de piel humana; Dermagraft®, compuesto por fibroblastos humanos cultivados sobre una malla biodegradable y Matriderm®, una matriz tridimensional enriquecida con elastina que favorece la elasticidad del nuevo tejido. Cada uno de ellos presenta propiedades únicas que los hacen adecuados para distintas situaciones clínicas, ofreciendo alternativas viables ante las limitaciones de los injertos convencionales. (Cárdenas, Gonzaga, Pérez, 2022, Bazualdo, Castro, et al., 2023 y Brent, Mohsen S, et al., 2018)

AlloDerm® es una matriz dérmica acelular derivada de tejido humano, en la cual se ha removido la epidermis y los fibroblastos, preservando intactos los componentes estructurales como el colágeno y la membrana basal. Al carecer de células, este injerto no desencadena una respuesta inmune, lo que lo hace biocompatible y seguro para el receptor (Brent, Mohsen S, et al., 2018 y Ricardo E y José Luis P, 2020).



Dermagraft®, por otro lado, incorpora fibroblastos humanos activos que provienen de tejido neonatal. Estos se cultivan sobre una malla biodegradable, donde se multiplican y secretan componentes esenciales como colágeno, citoquinas y factores de crecimiento. Esta configuración tridimensional, aunque efectiva en la cicatrización, presenta limitaciones relacionadas con su costo y potencial inmunogenicidad (Brent, Mohsen S, et al., 2018 y Ricardo E y José Luis P, 2020).

Matriderm®, finalmente, está diseñado como una estructura tridimensional que simula la dermis humana. Se compone de colágeno recubierto con elastina, lo que otorga elasticidad y soporte al tejido en regeneración. Se aplica en un solo procedimiento quirúrgico y se

integra gradualmente en el organismo, favoreciendo una cicatrización con mínimas contracturas (Brent, Mohsen S, et al., 2018 y Ricardo E y José Luis P, 2020).

**Tabla 2. Tabla comparativa de los aloinjertos**

Producto	Composición Principal	Celularidad	Ventajas	Desventajas	Usos Comunes
AlloDerm®	Dermis humana acelular (colágeno y membrana basal)	Acelular	Baja inmunogenicidad, estructura natural	No contiene células vivas	Reconstrucción dérmica, cirugía reconstructiva
Dermagraft®	Fibroblastos humanos sobre malla de poliglactina biodegradable	Celular (con fibroblastos)	Promueve cicatrización activa, secreta factores de crecimiento	Alto costo, posible respuesta inmune	Úlceras diabéticas y venosas
Matriderm®	Colágeno con elastina hidrolizada	Acelular	Aplicación en una etapa, elasticidad, integración progresiva	Menor soporte mecánico en lesiones extensas	Cirugía plástica, traumatismos cutáneos, injertos

fuentes 2 Elaboración propia

En quemaduras superficiales de espesor parcial, se dispone de múltiples tipos de apósitos—como los impregnados con plata, alginatos, hidrocoloides, hidrogeles, películas de poliuretano o apósitos biosintéticos—aunque aún no se ha establecido un estándar de oro. Los apósitos ideales deben promover una cicatrización rápida, prevenir infecciones y reducir la frecuencia de los cambios de cura. (Ricardo E y José Luis P, 2020 y Agata, 2020)

### Tipos de xenoinjertos



Desde hace décadas, se ha recurrido al uso de piel animal como cobertura transitoria en el tratamiento de heridas extensas, especialmente en pacientes con quemaduras. Entre las opciones se destaca la piel de cerdo como la más común debido a su disponibilidad comercial y su capacidad para adherirse eficazmente al lecho de la herida. Históricamente también se ha empleado la piel de oveja en Estados Unidos y la piel de rana o tilapia en países como Brasil, siendo esta última la que ha cobrado especial relevancia en los últimos años por sus beneficios clínicos. El procesamiento de estos injertos animales se realiza mediante técnicas como la irradiación, impregnación con plata o congelación, lo que permite su conservación y uso seguro. Sin embargo, su alta antigenicidad limita el tiempo que permanecen adheridos a la herida, y su aplicación puede verse condicionada por factores culturales o religiosos en algunas comunidades. (Ricardo E y José Luis P, 2020, Cárdenas, Gonzaga, Pérez, 2022, Agata, 2020 y Luze, Kamolz, et al., 2022)

Un ejemplo notable es Ez Derm®, un injerto dérmico temporal de origen porcino, tratado con dialdehído para mejorar su flexibilidad y adaptabilidad. Este producto viene listo para su uso, se esteriliza con radiación gamma y puede almacenarse a temperatura ambiente por hasta 18 meses. Su función es crear una barrera protectora contra infecciones, evitar la pérdida de fluidos, conservar la humedad y fomentar la formación de tejido de granulación, sirviendo como puente antes de aplicar un autoinjerto. Ez Derm® ha demostrado ser útil no solo en quemaduras profundas, sino también en quemaduras de espesor parcial, zonas donantes y heridas crónicas, como úlceras de origen vascular. No obstante, puede degradarse si se utiliza en heridas contaminadas y, aunque poco frecuentes, se han reportado casos de reacciones alérgicas. Su aplicación debe hacerse bajo estrictas condiciones de asepsia, con una limpieza profunda del lecho de la herida, y su evaluación debe realizarse dentro de los primeros 4-5 días según la evolución clínica. (Agata, 2020)

Recientemente, los xenoinjertos acelulares derivados de piel de pescado, especialmente de tilapia del Nilo y bacalao del Atlántico Norte, han emergido como una alternativa innovadora y eficaz. Comercializados como Kerecis® Omega3, estos injertos contienen colágeno, fibrina y ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA), componentes clave en la reducción de la inflamación y en la estimulación de la regeneración tisular. A diferencia de los injertos de origen mamífero, los AFS (injertos acelulares de piel de pescado) presentan un riesgo mucho menor de transmisión de enfermedades zoonóticas y pueden ser procesados de forma más sencilla, lo que preserva mejor sus propiedades bioactivas.

Estudios clínicos han demostrado que los injertos de piel de pescado no solo aceleran la cicatrización y reducen el dolor, sino que también disminuyen la necesidad de cambios frecuentes de apósitos y los costos del tratamiento. Su uso se ha extendido más allá del ámbito de las quemaduras, siendo efectivos en el tratamiento de úlceras del pie diabético, calcifilaxis, angiodermatitis necrótica, y hasta en procedimientos reconstructivos avanzados como la neovaginoplastia. (Luze, Kamolz, et al., 2022)



En conjunto, tanto los injertos de piel porcina como los derivados de pescado representan herramientas valiosas en el arsenal terapéutico para el manejo integral de heridas complejas, cada uno con sus particularidades y ventajas que pueden adaptarse a las necesidades específicas de cada paciente y contexto clínico.

## Discusión

La microcirugía, introducida en el campo de la reconstrucción en la década de 1970, representó un avance significativo en el tratamiento quirúrgico de las secuelas por quemaduras, como lo reportaron inicialmente Harii y Sharzer. A lo largo del tiempo, su aplicación ha sido potenciada por mejoras en la supervivencia de los pacientes críticamente quemados, así como por el desarrollo técnico y la diversificación de los colgajos disponibles. Estos factores han contribuido a establecer la microcirugía como una alternativa terapéutica eficaz y segura dentro del abordaje integral de las quemaduras extensas y complejas (Alzate, Calderón, Flores, et al., 2023, Brent, Mohsen S, et al., 2018 y Luze, Kamolz, et al., 2022).

En el contexto actual, esta técnica se ha consolidado como una herramienta de gran valor, particularmente en el manejo de lesiones por quemaduras eléctricas de alto voltaje, en las cuales puede ser determinante para evitar la amputación. Además, se considera una estrategia de primera línea en la cobertura de defectos con exposición de estructuras profundas como hueso, nervios o tendones. La capacidad de los colgajos microquirúrgicos para proporcionar una cobertura definitiva y adaptada a las necesidades específicas de cada paciente favorece una recuperación funcional más temprana, con implicancias positivas en la rehabilitación.

El uso de injertos cutáneos, ya sean aloinjertos o xenoinjertos, juega un papel clave en la aceleración de la cicatrización. Estos injertos no solo favorecen un proceso de curación más rápido, sino que también ayudan a reducir el riesgo de infecciones y la frecuencia de los cambios de apósitos. Como resultado, se logra una disminución del dolor en los pacientes y una significativa reducción de los costos del tratamiento, lo cual es especialmente importante en el tratamiento de quemaduras graves. La incorporación de estas alternativas terapéuticas no solo mejora la calidad del cuidado, sino que también proporciona beneficios tanto para los pacientes como para los sistemas de salud, al mejorar la eficiencia y la viabilidad económica del tratamiento. (Haneen, Hozafa, Isaac, et al, 2023, p. 7)

Dentro de los injertos mas revisados se destaca AlloDerm™ que fue evaluado por cinco estudios, dos no comparativos y tres comparativos, evaluando su eficacia en la reconstrucción de heridas. En un estudio no comparativo con una muestra considerable, (Shah et al. Cita 23) reportaron buenos resultados funcionales tras su aplicación, aunque no se evaluaron los resultados estéticos y cinco pacientes presentaron seromas. Por otro lado, en los estudios comparativos, obtenidos del artículo de Shah, dos investigaciones señalaron una mejora en los resultados funcionales frente a los injertos tradicionales de piel de espesor parcial (STSG) o total (FTSG). También se informaron de parámetros funcionales



aceptables en la mayoría de los pacientes tratados con AlloDerm™, con una satisfacción general más alta que en el grupo control, a pesar de que el seguimiento en los controles fue mucho más prolongado (64 meses frente a 8 meses), lo que podría haber afectado la comparabilidad. Finalmente, dentro del mismo artículo destaca la importancia de la mejora en los resultados estéticos según las valoraciones de pacientes y cirujanos, aunque se observó una pérdida parcial del injerto en el 5% de los casos tratados con AlloDerm™, sin exposición tendinosa. (Phillips, Rodrigues, et al., 2024)

García et al. (2018), en un estudio realizado en México, analizaron la adhesión de injertos y la evolución clínica de pacientes con quemaduras de tercer grado que afectaban menos del 35% de la superficie corporal total. Para ello, dividieron a los participantes en dos grupos: uno experimental con cinco pacientes que recibieron injertos cutáneos autólogos delgados mallados junto con plasma rico en plaquetas (PRP) activado, y otro control de cinco pacientes tratados con solución salina al 0,9% (placebo). La edad promedio de los pacientes fue casi igual en ambos grupos: 50 años (DE ±9) en el grupo PRP y 49 años (DE ±16) en el grupo placebo. En términos de género, el 60% de los pacientes en el grupo experimental fueron mujeres, mientras que el grupo control tuvo una mayor prevalencia de hombres. En ambos grupos, el 20% de los pacientes tenía hábito tabáquico, y el fuego directo fue el mecanismo de quemadura más común. En cuanto a las infecciones, los cultivos microbiológicos fueron positivos en el 20% de los pacientes que recibieron PRP, frente al 80% en el grupo placebo. La adhesión del injerto también fue más favorable en el grupo experimental, con una tasa de adhesión del 100%, comparada con el 92% del grupo control. Los análisis histológicos del grupo PRP mostraron una disminución de la fase inflamatoria aguda, con un aumento de la respuesta inflamatoria crónica, engrosamiento del estrato córneo, mayor formación de nuevos vasos sanguíneos y una respuesta granulomatosa más intensa. A partir de estos resultados, los investigadores concluyeron que el uso de PRP activado contribuye a una evolución clínica más favorable, mejorando la adherencia del injerto y reduciendo significativamente la tasa de infecciones postoperatorias en pacientes con quemaduras graves. (Carrillo, Cisneros, et al., 2018)

En un estudio retrospectivo realizado por Bogdanov et al. (2021) en Rusia, se incluyó a 97 pacientes con quemaduras faciales, quienes fueron asignados a dos grupos de tratamiento. El Grupo 1 recibió injertos cutáneos de espesor total (43,3% de los pacientes), mientras que el Grupo 2 fue tratado con injertos de espesor parcial, compuesto por 55 pacientes (56,7%). La edad promedio de los participantes fue de 29 años, y el 36,1% de ellos tenía menos de 18 años. El fuego directo fue la causa predominante de las quemaduras en el 75,3% de los casos. En términos de complicaciones, el 23,8% de los pacientes del Grupo 1 y el 23,6% del Grupo 2 experimentaron problemas, siendo los más frecuentes hematomas, fallos en la adherencia del injerto y lisis parcial. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en relación con las complicaciones. Los autores concluyeron que los injertos de espesor total son una opción terapéutica favorable para el tratamiento de quemaduras faciales, ya que disminuyen el riesgo de formación de cicatrices y mejoran los resultados estéticos. (Alekseenko, Bogdánov, et al., 2021)

Como señalan Chanes et al. (2020), el tratamiento de las quemaduras se centra en prevenir infecciones y evitar la formación de cicatrices hipertróficas o queloides. En este contexto, subrayan la importancia de la aplicación temprana de injertos, con el objetivo de minimizar tanto las secuelas funcionales como estéticas, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida del paciente. Esta intervención temprana es esencial para reducir las complicaciones a largo plazo y promover una recuperación óptima. (Chanes, González y Luna, 2020)

En 2022, se llevó a cabo en Indonesia un estudio de casos que incluyó a cuatro pacientes, cuyas edades oscilaban entre los 18 y 60 años, todos con quemaduras de espesor total que afectaban entre el 20% y el 40% de la superficie corporal total. Las lesiones estaban distribuidas simétricamente en ambas extremidades superiores o inferiores. El estudio excluyó a pacientes con heridas infectadas, prueba positiva para COVID-19, comorbilidades o antecedentes de alergias. Cada paciente recibió dos tipos de tratamiento: en una extremidad se aplicó un xenoinjerto de piel de tilapia, mientras que en la otra se utilizó gasa impregnada con parafina, que representa el manejo convencional en la unidad de quemados del hospital. Previo a la aplicación de ambos tratamientos, se realizó el desbridamiento de las heridas. Los apósitos de piel de tilapia se reemplazaron cada cinco días, mientras que las gasas con parafina se cambiaban cada 2 a 3 días. Durante el seguimiento, no se reportaron reacciones alérgicas relacionadas con el uso de la piel de tilapia. Además, los pacientes manifestaron menor percepción de dolor en las zonas tratadas con este xenoinjerto en comparación con las tratadas con parafina. Los autores destacaron que la piel de tilapia tiene un proceso de preparación rápido, es de bajo costo y requiere menos cambios de apósito. También observaron que este tipo de injerto controló y retuvo el exudado de manera más eficiente que la gasa de parafina. En cuanto al tiempo necesario para preparar el lecho de la herida para un injerto autólogo, fue más corto en las áreas tratadas con piel de tilapia, lo que sugiere una posible ventaja clínica en su utilización. (Aditya, Akhmad., et al, 2022)

Lima y colaboradores, realizaron un estudio piloto fase II, aleatorizado y de carácter unicéntrico, en un centro especializado en quemaduras en Fortaleza, Brasil. El ensayo incluyó a 30 niños de entre 2 y 12 años con quemaduras superficiales de espesor parcial, atendidos dentro de las primeras 72 horas posteriores a la lesión térmica. Los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos: uno tratado con crema de sulfadiazina de plata al 1% (grupo control), y otro con apósitos de piel de tilapia. En el grupo tratado con piel de tilapia, los apósitos solo se cambiaban si no se adherían correctamente, mientras que en el grupo control se realizaban curaciones diarias. Los investigadores observaron que la piel de tilapia mostró una buena adherencia al lecho de la herida, redujo significativamente la pérdida de líquidos y disminuyó la necesidad de anestésicos. Además, los cambios de apósitos fueron menos frecuentes en comparación con el tratamiento convencional. Aunque la tasa de reepitelización no mostró diferencias significativas entre ambos grupos ( $P = 0.3889$ ), el número de procedimientos bajo anestesia fue notablemente menor en el grupo que recibió el xenoinjerto ( $P = 0.0251$ ). En conclusión, los autores destacaron que la piel de tilapia representa una alternativa eficaz y bien tolerada para el manejo de



quemaduras en pacientes pediátricos, al facilitar la curación, minimizar la intervención médica frecuente y mejorar la comodidad del paciente, además de optimizar los recursos clínicos. (Almeida, Barroso, et al., 2020)

**Tabla 3. Tabla que compara el uso de aloinjertos y xenoinjertos**

Autores / Referencias	Tipo de estudio	Población/ modelo	Intervención	Resultados principales de estudio
Ortega; Cantú, 2023.	Caso Clínico	Pacientes pediátricos entre 4 y siete años.	Integra ®, MatriDerm ®.	De acuerdo con lo expuesto por Ortega y Cantú se evidencia que Integra ® manifiesta una afinidad superior por la zona muscular con vitalidad, mientras que MatriDerm® presento gran afinidad a la zona de exposición ósea.
Roa, 2020.	Artículo de revisión bibliográfica	Revisión de literatura	Ez Derm®, Biobrane®, Aquacel Ag®.	En relación con lo expuesto por Roa Ez Derm® es una buena opción debido a su diversidad de tamaños de presentación además de promover la formación de tejido granular, Biobrane® presenta ventaja debido a su disponibilidad, transparencia y adherencia. Aquacel Ag ® brinda ventajas como mantener la humedad en la herida junto a la acción de la plata disminuye las probabilidades de infección.
Savoji et al, 2018.	Artículo de revisión bibliográfica.	Revisión de Literatura.	Apligraf ®	De acuerdo con Savoji Apligraf ® incentiva el paso de ECM, citocinas y factores de crecimiento a la superficie interna de la herida.

Fuente: creación propia

## Conclusiones

El manejo integral de las quemaduras graves continúa representando un desafío clínico de alta complejidad, que requiere de un enfoque multidisciplinario y progresivo para mejorar tanto la supervivencia como la calidad de vida de los pacientes. La cobertura temprana de las heridas es un pilar esencial para prevenir complicaciones como la infección, la pérdida de fluidos y el deterioro tisular, siendo los injertos cutáneos temporales, como los aloinjertos y xenoinjertos, herramientas fundamentales dentro de esta estrategia. Los xenoinjertos, especialmente los derivados de especies como el cerdo o la tilapia se caracterizan por su amplia disponibilidad, bajo costo y efectividad en la fase aguda, actuando como una barrera biológica que reduce la evaporación, el dolor y la contaminación microbiana. Aunque su uso se limita a la cobertura temporal debido al alto riesgo de rechazo inmunológico, han demostrado ser eficaces en la estabilización inicial de la herida y en la preparación del lecho para procedimientos posteriores.

En contraste, los aloinjertos humanos ofrecen una mayor biocompatibilidad y una menor respuesta inflamatoria, posicionándose como una alternativa eficaz cuando el tejido autólogo es insuficiente. A pesar de sus limitaciones en cuanto a disponibilidad y riesgos potenciales de transmisión de enfermedades, los avances en técnicas de criopreservación y esterilización han mejorado significativamente su perfil de seguridad. Ambos tipos de injertos han mostrado beneficios complementarios en el tratamiento de quemaduras extensas, especialmente cuando se combinan con tecnologías emergentes como matrices dérmicas, apósitos bioactivos y productos derivados de ingeniería tisular. Estas combinaciones han permitido acelerar la cicatrización, reducir la estancia hospitalaria y mejorar los resultados funcionales y estéticos a largo plazo. Además, el desarrollo de nuevas técnicas como la microcirugía reconstructiva ha marcado un hito en el manejo de secuelas complejas, especialmente en quemaduras eléctricas de alto voltaje. Esta modalidad quirúrgica ha permitido preservar estructuras profundas, evitar amputaciones y restaurar funciones clave, constituyéndose como un recurso esencial en la reconstrucción avanzada.

Paralelamente, el uso de terapias complementarias como el plasma rico en plaquetas (PRP) ha demostrado mejorar la adherencia de los injertos y reducir la incidencia de infecciones, optimizando así el proceso de recuperación. Productos como AlloDerm™, por su parte, han ofrecido resultados prometedores en términos de funcionalidad y satisfacción estética, a pesar de presentar algunas limitaciones como la pérdida parcial del injerto.

En conjunto, estas estrategias reflejan una evolución hacia un tratamiento más integral, individualizado y eficiente, que no solo prioriza la supervivencia, sino también la restauración funcional y estética del paciente quemado. La incorporación progresiva de biotecnologías avanzadas, injertos modificados genéticamente y sustitutos dérmicos representa una prometedora frontera en la medicina regenerativa, con potencial para transformar radicalmente el paradigma terapéutico en las unidades de quemados

## Referencias bibliográficas

- Matica, MA, Aachmann, FL., Tøndervik, A., Sletta, H., Ostafe, V., Chitosan as a wound dressing starting material: antimicrobial properties and mode of action. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares* 20(23):5889. doi:10.3390/ijms20235889 <https://doi.org/10.3390/ijms20235889> )
- Park, JU., Song, EH., Jeong, SH., Song, J., Kim, HE., Kim, S., (2018) Chitosan-based dressing materials for problematic wound management. *Adv Exp Med Biol.* 2018;1077:527-537. doi:10.1007/978-981-13-0947-2\_28 PMID: 30357707.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30357707/>
- Hanbing, S., Weihua, L., Zhen, Q., Yundeng, Y., Zhenhua, H., (2021) Observation on the efficacy of chitosan wound dressing in the treatment of deep second degree burns [j]. *Chin J Burn Wound Ulcer.* 33(5):337-339.
- Yamamoto, T., Iwase, H., King, TW., Hara, H., Cooper, DKC., (2018) Skin xenotransplantation: Historical review and clinical potential. *Burns.* Nov;44(7):1738- 1749. doi: 10.1016/j.burns.2018.02.029. Epub 2018 Mar 27. PMID: 29602717; PMCID: PMC6160369.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29602717/> )
- Spronk, I.; Legemate, C.; Oen, I.; van Loey, N.; Polinder, S.; van Baar, M. (2018) Calidad de vida relacionada con la salud en adultos tras quemaduras: Una revisión sistemática. *PLoS ONE* 13 , e0197507.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29795616/>
- Żwierzełło, W.; Styburski, D.; Maruszewska, A.; Piorún, K.; Skórka-Majewicz, M.; Czerwińska, M.; Maciejewska, D.; Baranowska-Bosiacka, I.; Krajewski, A.; Gutowska, I. (2020) Bioelementos en el tratamiento de lesiones por quemaduras: revisión compleja del metabolismo y la suplementación (cobre, selenio, zinc, hierro, manganeso, cromo y magnesio). *J. Trace Elem. Medicina.* Biol. 62 , 126616.  
<http://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0946672X20301814>
- De la Garza, M. Sauerbier, M. Günter, G. Cetrulo, CL. Bueno, RA. Russell, RC. et al. (2017) Reconstrucción microquirúrgica de la mano y extremidad superior quemadas. Vol. 33, *Hand Clinics* 2017;33:347-61.  
[https://www.researchgate.net/publication/339697871\\_Reconstruccion\\_Microquirurgica\\_e\\_n\\_Mano\\_y\\_Miembro\\_superior](https://www.researchgate.net/publication/339697871_Reconstruccion_Microquirurgica_e_n_Mano_y_Miembro_superior)
- Moya Saquina, G. M., Muñoz Rivera, P. D., Poaquiza Aguilar, P. A., Apolo Loayza, K. Y., & Lema Ceron, I. A. (2024). Actualidad del manejo de las lesiones por quemaduras críticas: Update on the management of critical burn injuries. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(1), 1531 – 1546.  
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1691>

Andrade Ponce, A. C., Soria Álvarez, C. E., Aguirre Esparza, K. L., Viteri Calvopiña, M. J., Ramírez Barba, C. M., Calvopiña Alvarez, C. D., & Túquerres Chicaiza, D. C. (2024). Actualización en el manejo de las quemaduras: Artículo de revisión: Update on burn management: Review article. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(4), 3324– 3337.

<https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2497>

Hicks, Katie E. y otros. (2019) Uso de matriz regenerativa dérmica en pacientes con quemaduras: una revisión sistemática. *Revista de Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética*,

Volumen 72, Número 11, 1741-1751 [https://www.jprasurg.com/article/S1748-6815\(19\)30355-9/abstract](https://www.jprasurg.com/article/S1748-6815(19)30355-9/abstract)

Roa Gutiérrez, Ricardo E., & Piñeros Barragán, José Luis. (2020). Coberturas transitorias en quemaduras. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 46(Supl. 1), 17-22. Epub 22 de junio de 2020.

<https://dx.doi.org/10.4321/s0376-78922020000200006>

Przekora, A. (2020). Una revisión concisa sobre injertos de piel artificial de ingeniería tisular para el tratamiento de heridas crónicas: ¿Podemos reconstruir tejido cutáneo funcional in vitro? *Cells*, 9 (7), 1622.

<https://doi.org/10.3390/cells9071622>

Vig, K., Chaudhari, A., Tripathi, S., Dixit, S., Sahu, R., Pillai, S., Dennis, VA y Singh, SR (2017). Avances en la regeneración cutánea mediante ingeniería de tejidos. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 18 (4), 789.

<https://doi.org/10.3390/ijms18040789>

Maarof, M., Mh Busra, MF, Lokanathan, Y. et al. Seguridad y eficacia del hidrogel de colágeno fortificado con medio condicionado de fibroblastos dérmicos (DFCM) como parche cutáneo tridimensional acelular. *Drug Delivery and Transl. Res.* 9, 144–161 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13346-018-00612-z>

Benjamin Goyer, Danielle Larouche, Dong Hyun Kim, Noémie Veillette, Virgile Pruneau, Vincent Bernier, François A. Auger, Lucie Germain, (2019) Immune tolerance of tissue- engineered skin produced with allogeneic or xenogeneic fibroblasts and syngeneic keratinocytes grafted on mice, *Acta Biomaterialia*, <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.04.010>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706119302442>

Katie E. Hicks, Minh NQ Huynh, Marc Jeschke, Claudia Malic, (2019) Dermal regenerative matrix use in burn patients: A systematic review,

*Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2019.07.021>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1748681519303559>

Żwierzełło, W., Piorun, K., Skórka-Majewicz, M., Maruszewska, A., Antoniewski, J. y Gutowska, I. (2023). Quemaduras: clasificación, fisiopatología y tratamiento: una revisión. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 24 (4), 3749.

<https://doi.org/10.3390/ijms24043749>

Doña Vial, J., Soto Diez, C., Alzate Rodas, A., Flores moltedo, N., Gonzalez Manzano, D., & Calderón, M. (2024). Experiencia en reconstrucción del paciente gran quemado agudo con microcirugía. *Revista de Cirugía*, 76(3). doi:

<http://dx.doi.org/10.35687/s2452-454920240031986>

Maarof, M., Mh Busra, MF, Lokanathan, Y. et al. (2019) Seguridad y eficacia del hidrogel de colágeno fortificado con medio condicionado de fibroblastos dérmicos (DFCM) como parche cutáneo tridimensional acelular. *Drug Delivery and Transl. Res.* 9, 144–161 <https://doi.org/10.1007/s13346-018-00612-z>

Ibrahim M, Ayyoubi HS, Alkhairi LA, Tabbaa H, Elkins I, Narvel R. (2023) Fish Skin Grafts Versus



Alternative Wound Dressings in Wound Care: A Systematic Review of the Literature. *Cureus*. Mar 19;15(3):e36348. doi: 10.7759/cureus.36348. PMID: 37082504; PMCID: PMC10111873.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10111873/#abstract1>

Shpichka, A., Butnaru, D., Bezrukov, EA et al. (2019) Regeneración del tejido cutáneo en lesiones por quemaduras. *Stem Cell Res Ther* 10, 94.

<https://doi.org/10.1186/s13287-019-1203-3>

Blatière V. (2021) Injertos cutáneos: injertos de piel de grosor variable y total. *EMC - Dermatología* ;55(1):1-17 [Artículo E – 98-980-A-60].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1761289621447114?via%3Dihub>

Bazualdo Fiorini, E., Mogrovejo Iñaguazo, E. F., Zambrano Salazar, P. G., Castro Pomaquiza, J. R., & Niveló Zumba, J. E. (2023). Injertos en quemaduras: Burn grafts. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(2), 2729–2740.

<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.788>

Savoji H, Godau B, Hassani MS, Akbari M. Skin Tissue Substitutes and Biomaterial Risk Assessment and Testing. *Front Bioeng Biotechnol*. 2018 Jul 26;6:86. doi: 10.3389/fbioe.2018.00086. PMID: 30094235; PMCID: PMC6070628.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6070628/>

Roa Gutiérrez, Ricardo E., & Piñeros Barragán, José Luis. (2020). Coberturas transitorias en quemaduras. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 46(Supl. 1), 17-22. Epub 22 de junio de 2020.

<https://dx.doi.org/10.4321/s0376-78922020000200006>

Przekora, A. (2020). Una revisión concisa sobre injertos de piel artificial de ingeniería tisular para el tratamiento de heridas crónicas: ¿Podemos reconstruir tejido cutáneo funcional in vitro? *Cells* , 9 (7), 1622.

<https://doi.org/10.3390/cells9071622>

Rahul Shah, Raina Rodrigues, Veronica Phillips, Manaf Khatib, (2024) The use of artificial dermal substitutes for repair of the donor site following harvesting of a radial forearm free flap: A systematic review, *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1748681523007672>

García-Salas, José Daniel, Carrillo-Gorena, Javier, Cisneros-Castolo, Martín, Sierra- Santiesteban, Francisca, & Enríquez-Sánchez, Luis. (2018). Plasma rico en plaquetas alogénico activado sobre injertos de piel en pacientes con quemaduras grado III. *Cirujano general*, 40(4), 230-237.

Recuperado en 25 de abril de 2025, de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-00992018000400230&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-00992018000400230&lng=es&tlng=es).

Sergey B. Bogdanov, Irina V. Gilevich, Karina I. Melkonyan, Alexander S. Sotnichenko, Sergey N. Alekseenko, Vladimir A. Porhanov, (2021) Total full-thickness skin grafting for treating patients with extensive facial burn injury: A 10-year experience, *Burns*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417920306239>



Savoji H, Godau B, Hassani MS, Akbari M. Skin Tissue Substitutes and Biomaterial Risk Assessment and Testing. *Front Bioeng Biotechnol.* 2018 Jul 26;6:86. doi: 10.3389/fbioe.2018.00086. PMID: 30094235; PMCID: PMC6070628.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6070628/>

Chanes HD, González-María S, Luna D, et al. Manejo inadecuado de injerto en quemadura por parte del personal de enfermería en paciente pediátrico. *Rev CONAMED.* 2020;25(4):182-187. doi:10.35366/97338.

<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=97338> Putri NM, Kreshanti P, Syarif AN, Duhita GA, Johanna N, Wardhana A. Efficacy of tilapia skin xenograft compared to paraffin-impregnated gauze as a full-thickness burn dressing after excisional debridement: A case series. *Int J Surg Case Rep.* 2022 May 25;95:107240. doi: 10.1016/j.ijscr.2022.107240. PMCID: PMC9168165.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9168165/>

Lima Júnior EM, De Moraes Filho MO, Costa BA, Rohleder AVP, Sales Rocha MB, Fechine FV, Forte AJ, Alves APNN, Silva Júnior FR, Martins CB, Mathor MB, Moraes MEA. Innovative Burn Treatment Using Tilapia Skin as a Xenograft: A Phase II Randomized Controlled Trial. *J Burn Care Res.* 2020 May 2;41(3):585-592. doi: 10.1093/jbcr/irz205. PMID: 31900475.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31900475/>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.