

Eficacia de la piel de tilapia versus el injerto miocutáneo en el tratamiento de quemaduras: una revisión sistemática de la literatura

Efficacy of tilapia skin versus myocutaneous graft in burn management: a systematic review of the literatura

Eficácia da pele de tilápia versus enxerto miocutâneo no tratamento de queimaduras: uma revisão sistemática da literatura



Carlos Arturo Pineda Barrera

Enfermero, Magíster en Informática Educativa, Fundación Universitaria de San Gil-Sede Yopal, Grupo de investigación ICES, Yopal, Casanare. Correo electrónico: cpineda2@unisangil.edu.co, ORCID:<https://orcid.org/0009-0007-9336-4477>

Alexander León Puello

Enfermero, Magíster en Enfermería en Salud Mental, Magíster en Psicología Comunitaria, UNAD. Fundación Universitaria de San Gil-Sede Yopal, Semillero Saikwa, adscrito al grupo de Investigación Tecnosalud, Yopal, Casanare. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5599-7731>

Nazly Dallan Bolívar Buitrago

Enfermera, Magíster en educación, Fundación Universitaria de San Gil-Sede Yopal, Grupo de investigación ICES, Yopal, Casanare. Correo electrónico: nbolivar@unisangil.edu.co, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6430-2110>

Pedro Yamith Niño Pérez

Estudiante de pregrado en Enfermería, Fundación Universitaria de San Gil-Sede Yopal, Grupo de investigación ICES, Yopal, Casanare. Correo electrónico: pedronino201@unisangil.edu.co, ORCID:<https://orcid.org/0009-0006-9835-3382>

artículo de revisión
Aprobación: 18/10/2024

Recepción: 26/07/2024
Publicación: 0/0/202-

1

Palabras clave: injerto, quemaduras, cicatrización de heridas, revisión sistemática.

Resumen

Introducción: las quemaduras son lesiones frecuentes y pueden ocasionar daño tisular, lo que se convierte en un criterio de clasificación de acuerdo con la afectación: primer, segundo y tercer grado, y de acuerdo con ello se escoge el

Como citar este artículo / How to cite this article: Pineda Barrera CA, León Puello A, Bolívar Buitrago ND, Niño Pérez PY. Eficacia de la piel de tilapia versus el injerto miocutáneo en el tratamiento de quemaduras: una revisión sistemática de la literatura. *Boletín Semillero de Investigación en Familia*. 2024;5(2). e-1134. DOI: <https://doi.org/10.22579/27448592.1134>

La Revista Boletín Semilleros de investigación en Familia es una revista de acceso abierto revisada por pares. © 2020. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Internacional Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Consulte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.
∞ OPEN ACCESS



proceso médico conveniente. **Objetivo:** conocer mediante la revisión de la literatura la eficacia de la piel de tilapia versus injerto miocutáneo en el manejo de quemaduras. **Materiales y métodos:** se realizó una revisión sistemática de la literatura nacional e internacional, de artículos publicados e indexados entre 2018 a 2023, escritos en portugués, francés, inglés y español; se consultaron las bases de datos: Pubmed, Lilacs, Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Scielo, Dialnet y Google académico. **Resultados:** la mayoría de los artículos se basan en estudios observacionales retrospectivos que evalúan el porcentaje de tasas de cierre de heridas lesionadas como medida de la efectividad del tratamiento quirúrgico. Uno de los tratamientos que se ha vuelto más popular en los últimos años según la investigación realizada, es el uso de la piel de la especie *Oreochromis niloticus*. **Conclusión:** los hallazgos de la literatura presentados en esta revisión muestran que la ciencia ha buscado formas de mejorar el tratamiento, utilizando diversas técnicas y materiales como la piel del pez de tilapia. Esta una nueva modalidad revolucionaria en el campo de la medicina, es diseñada para beneficiar tanto al paciente como al proveedor de atención médica.

Palabras clave: injerto, quemaduras, cicatrización de heridas, revisión sistemática.

Abstract:

Introduction: According to the World Burns are frequent injuries and can cause tissue damage, which is a criterion for classifying the condition: first,

second and third grade, and according to which a convenient medical process is chosen. **Objective:** to understand through literature review the effectiveness of tilapia skin versus myocutaneous injection in the management of burns. **Materials and methods:** a systematic review of national and international literature was carried out, of articles published and indexed between 2018 and 2023, written in Portuguese, French, English and Spanish; The following databases were consulted: Pubmed, Lilacs, Biblioteca Virtual en Salud (VHL), Scielo, Dialnet and Google Scholar. **Results:** the majority of articles are based on retrospective observational studies that evaluate the percentage of cierre rates of injured wounds as a measure of the effectiveness of surgical treatment. One of the treatments that has become more popular in recent years according to the research carried out, is the use of the skin of the *Oreochromis niloticus* species. **Conclusion:** the literature presented in this review shows that science has sought ways to improve treatment, using different techniques and materials such as tilapia skin. This new revolutionary modality in the field of medicine, is designed to benefit both the patient and the medical care provider.

Keywords: grafting, burns, wound healing, systematic review.

Resumo:

Introdução: queimaduras são lesões comuns e podem causar danos teciduais, o que se torna critério de classificação de acordo com a acometimento: pri-

meiro, segundo e terceiro grau, sendo escolhido o processo médico adecuado de acordo. **Objetivo:** conhecer, por meio de revisão de literatura, a eficácia da pele de tilápia versus enxerto miocutâneo no manejo de queimaduras. **Materiais e métodos:** foi realizada uma revisão sistemática da literatura nacional e internacional, de artigos publicados e indexados entre 2018 a 2023, escritos em português, francês, inglês e espanhol; Foram consultadas as bases de dados: Pubmed, Lilacs, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scielo, Dialnet e Google acadêmico. **Resultados:** A maioria dos artigos baseia-se em estudos observacionais retrospectivos que avaliam as taxas percentuais de fechamento de feridas lesionadas como medida de eficácia do tratamento cirúrgico. Um dos tratamentos que se popularizou nos últimos anos segundo pesquisas é o uso da pele da espécie *Oreochromis niloticus*. **Conclusão:** Os achados da literatura apresentados nesta revisão mostram que a ciência tem buscado formas de melhorar o tratamento, utilizando diversas técnicas e materiais como a pele do peixe tilápia. Esta nova modalidade revolucionária no campo da medicina foi projetada para beneficiar tanto o paciente quanto o profissional de saúde.

Palavras-chave: Enxerto, queimaduras, cicatrização de feridas, revisão sistemática.

Introducción

Las quemaduras son lesiones frecuentes y pueden ocasionar daño tisular, lo que se convierte en un criterio de clasificación de acuerdo con la afectación de primer, segundo y tercer grado, y de acuerdo con ello se escoge el proceso médico conveniente. Actualmente existen distintos tratamientos y, entre ellos, podemos encontrar estudios recientes sobre el pez tilapia, debido a las propiedades fisicoquímicas que posee, ayudando significativamente al proceso de la quemadura (1).

La revisión preliminar de la literatura permite concluir que diversos tipos de apósitos han sido utilizados para el manejo de las quemaduras, con el objetivo de favorecer el proceso de cicatrización, reducir efectos de contaminación en el lecho de la herida y mejorar la estética (2). Como lo indican Costa et al. (2019) y Marcelo y Brandt (2019) “Un deseo es encontrar sustitutos temporales de la piel y tratamientos con materiales sintéticos o semisintéticos, ya que reducen la frecuencia de los cambios de apósito, pero el alto costo y la ineficiencia en las quemaduras profundas han impulsado la búsqueda de materiales biológicos como alternativas” (2). De modo que nos preguntamos ¿si los estudios de xenoinjertos de piel de tilapia han demostrado una eficacia prometedora como apósito biooclusivo para el tratamiento de quemaduras; es este un nuevo método tan importante como parece ser? El objetivo es, por ende, a través de una revisión sistemática identificar la eficacia que ha tenido en los últimos años la utilización de la piel de tilapia para el tratamiento de pacientes quemados,

así como comparar otras técnicas como el injerto miocutáneo, siendo esta un tratamiento de alto costo y así contemplar cuál de las dos es una alternativa viable en relación con costos, calidad y beneficios, entre otros (2).

Por lo tanto, esta revisión tiene como propósito evidenciar las ventajas de utilizar los apósitos cutáneos de la tilapia y sus beneficios con relación a sus propiedades y otros métodos que se utilizan con mayor frecuencia por su gran demanda y las ventajas para su obtención. Dicho esto, los investigadores desean conocer métodos eficaces y costoefectivos que permitan una cicatrización y una mínima presencia de queloides, por lo que se han interesado en este tipo de productos, lo que motiva a investigar la literatura sobre este nuevo avance tecnológico.

Materiales y métodos

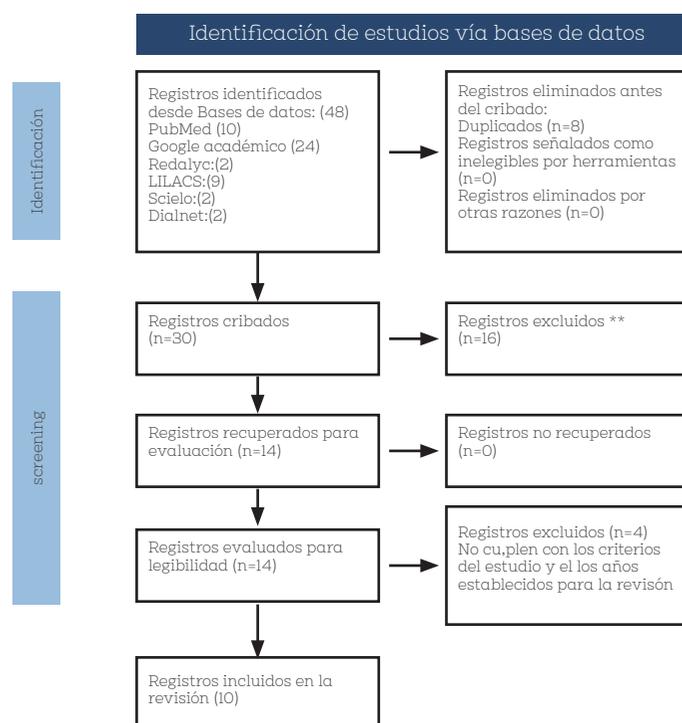
Es un estudio de tipo bibliométrico narrativo, en el cual se realizó una revisión sistemática de la literatura nacional e internacional, de artículos publicados e indexados entre 2018 a 2023, en idioma portugués, francés, inglés y español. Por lo que, el estudio fue realizado por medio de la búsqueda de artículos científicos relacionados con el uso de la piel de tilapia en pacientes con quemaduras, encontrados en las siguientes bases de datos: Pubmed, Lilacs, Biblioteca

Virtual en Salud (BVS), Scielo, Dialnet y Google académico. Se encontraron un total de 48 artículos seleccionados por criterio científico.

En primera instancia se determinaron los descriptores relevantes de la temática del estudio. Los términos Decs seleccionados fueron los siguientes: trasplante de piel, quemaduras, cicatrización y piel, en los idiomas inglés, francés, portugués y español. Estos descriptores fueron relacionados con los operadores booleanos AND, OR y NOT, elaborando las siguientes fórmulas de investigación: *“Burns AND Skin Transplantation OR Skin Tilapia”*, *“Skin Tilapia AND Wound Healing AND Burns”*, *“Skin Tilapia AND Wound Healing AND Burns NOT Skin Transplantation Skin Human”*.

Los criterios de inclusión fueron: artículos disponibles en su totalidad que cumplieron con las características establecidas respecto a los objetivos de la investigación y los criterios en cuanto al contenido de la información. Los artículos excluidos fueron aquellos que no cumplieron con las características asociadas al avance tecnológico actual, según los criterios y objetivos planteados por los investigadores. Por otro lado, los artículos con contenidos incompletos y duplicados fueron excluidos de esta revisión.

Figura 1. Diagrama PRISMA de la revisión



Fuente: elaborada por los autores.

Resultados

Es una revisión bibliométrica narrativa y la mayoría de los artículos se basan en estudios observacionales retrospectivos, que evalúan el porcentaje de tasas de cierre de heridas lesionadas como medida de la efectividad del tratamiento quirúrgico.

Un tratamiento que se ha vuelto popular en los últimos años según la investigación realizada, es el uso de la piel de la especie *Oreochromis niloticus* (Figura 1) por sus componentes (ver Tabla 2). Es una especie de tilapia que vive en aguas poco profundas y cuya temperatura ideal de vida se sitúa entre 31 y 36 °C. Es omnívoro en cuanto al consumo

de alimento, su reproducción se da con relativa rapidez, ya que la reproducción y la temporada de reproducción pueden finalizar en una a dos semanas. Es originaria de África, pero también se ha introducido en otras partes del mundo y es resistente a las enfermedades.

Manejo de quemaduras con piel de tilapia

A lo largo de la historia se ha utilizado el injerto de piel humana en el manejo de la cicatrización de quemaduras, pero en diversos estudios se ha demostrado que la piel de la tilapia tiene mejor eficacia que el propio injerto de piel humana. Esto, porque cumple con las siguientes ventajas: disminuye el tiem-

po de reepitelización en un promedio de tiempo entre 1-48 días, tiene buena adherencia al lecho de la herida, lo que a su vez previene infecciones, disminuye la necesidad de cambiar con mucha frecuencia el apósito, reduciendo la molestia o dolor en el paciente. Por otra parte, es importante mencionar que en países como Brasil se ha logrado utilizar por médicos brasileños este tratamiento de quemaduras desde mediados del 2017, con resultados de gran alcance por las características del pez. Este lleva un proceso de esterilización previamente en varios pasos; estos son inodoros y se adhieren a la herida hasta que cicatrice a diferencia de los vendajes tradicionales. Los médicos minimizan gastos y no necesitan cambiarlo frecuentemente reduciendo el foco de contaminación exterior, minimizando el riesgo de infección y manteniendo la humedad para la cicatrización (3,4,5).

Procesamiento del apósito de la piel tilapia

La piel de la tilapia tiene que pasar por cinco etapas para ser utilizada en procedimientos médicos; el proceso es el siguiente:

1. Preparación de la piel: en esta etapa el proveedor del pescado lleva a los investigadores el pez en perfectas condiciones, para que luego se pueda proceder al retiro de la piel con una máquina especial; luego de tener ya la piel se procede a lavarla y se pasa a una caja isotérmica (6).
2. Limpieza: en esta etapa el profesional raspa el material con el objetivo de retirar restos de músculo; luego hace recortes de la piel, los cuales serán transferidos a frascos donde se hará su respectiva descontaminación (6).
3. Descontaminación: en esta etapa del proceso la piel es incubada con agitación constante a temperatura ambiente en cuatro soluciones de descontaminación (6).
4. Deshidratación: en esta etapa la piel de tilapia se congela a -80 C° durante 16 horas, liofilizado (deshidratado) y embalando al vacío en sobres de plástico (6).
5. Radioesterilización: en este último paso la piel de la tilapia pasa por radiación ionizante durante cinco horas, con el fin de eliminar microorganismos. Tras ser rehidratada con suero fisiológico, está lista para su respectivo uso (6).

Ubicación de la tilapia del Nilo en Colombia

La tilapia del Nilo perteneciente a la especie *Oreochromis Niloticus*; es un pez acuícola tropical originario de África que es utilizado en varios países tropicales alrededor del mundo en acuicultura. En Colombia fue introducido hace más de un siglo en la cuenca del Magdalena, y actualmente se encuentra en casi todo el país. La especie tolera aguas con cierta salinidad y valores bajos de oxígeno, lo que le ha permitido establecerse en la Ciénaga grande de Santa Marta, donde es actualmente un recurso pesquero de importancia, con

potenciales efectos ecológicos no del todo comprendidos. En Colombia se le considera como una especie exótica invasora y al mismo tiempo domesticada, lo que sin ser necesariamente un contrasentido genera una cierta confusión en el imaginario popular (7).

Clasificación de las quemaduras por su profundidad

La Tabla 1, hace referencia a la clasificación de las quemaduras según el grado de afectación.

Tabla 1. Características del manejo de curaciones con piel de tilapia

Grado	Profundidad	Sensibilidad	Color de la piel	Curación
Primer	Epidermis	Normal	Rosado Eritematoso	Tres a seis días
Segundo	Capa superficial de la dermis	Disminuida	Rojo, brillante, ampolla	Dos a tres semanas
	Capa profunda de la dermis	Disminuida	Roja oscuro, amarillo y blanquecino	Más de tres semanas
Tercero	Hipodermis	Ausente	Blanco perlado, negro, carbón	Más de tres semanas

Fuente: elaborada por los autores

Las quemaduras son uno de los temas más comunes en el mundo, estas pueden ocasionar diversas secuelas dependiendo de la severidad de la lesión y ocasionando hasta la propia muerte. Pueden ser ocasionadas por distintos agentes por medio físico, químico y biológico; al existir varios causantes que pueden ocasionar estas quemaduras se pueden presentar diferentes lesiones pudiendo ser de primer, segundo y tercer grado, caracterizándose por el daño que estas puedan ocasionar en la piel (1).

Las de primer grado destruyen la epidermis son muy dolorosas y tienden a mejorar en el menor tiempo posible sin dejar secuelas. Las quemaduras de segundo grado se clasifican en superficiales o profundas; las superficiales son diagnosticadas por la destrucción de la epidermis superficial, tienden a ser muy dolorosas y en las profundas se destruye tanto la epidermis como dermis, pero el paciente no siente dolor. Las quemaduras de tercer grado son aún más profundas y se caracterizan por dañar casi toda la estructura de la piel hasta zonas más profundas como los nervios, por esta razón la persona no es sensible al tacto (1).

Componentes de la piel del pez tilapia

Tabla 2. Porcentaje de aminoácido en colágeno en piel humana y piel de pescado

Aminoácidos	Piel humana (%)	Piel de pescado (%)
Alanina	11	11,9
Arginina	5	5,8
Asparagina	5	4,2
Glutamina	7	6,9
Glicina	33	35,6
Histidina	1	0,8
Isoleucina	2	2
Leucina	2	2
Lisina	0,6	0,5
Metionina	1	1,3
Fenilalanina	13	12,8

Fuente: elaborada por los autores.

La piel de *Oreochromis niloticus* es útil porque histológicamente tiene muchas fibras densas de colágeno tipo 1 y es similar en densidad a la piel humana. En estudios realizados se observó que tiende a adherirse a las heridas y tiene un nivel de humedad favorable. La

presencia de fibras de colágeno tipo 1 lo convierte en el tratamiento ideal, ya que la cicatrización, regeneración y reparación de la piel se da gracias al tejido conectivo. En el momento en que la lesión por quemadura necesita tratamiento, el cuerpo produce una gran cantidad de colágeno para reparar el tejido cutáneo quemado y dañado. Al iniciar el tratamiento con propiedades exfoliantes del pez *Oreochromis niloticus*, se aumenta la función del colágeno, que es unir la piel dañada y ayudar a cerrar y curar la quemadura.

Sin embargo, después de que la herida haya sanado, el cuerpo continúa dirigiendo colágeno al sitio, lo que puede provocar cambios en el tamaño y la forma de la piel que ha crecido sobre la quemadura. Por otro lado, gracias a su densidad, similar a la de la piel humana, y al alto grado de adherencia, ayuda a evitar la penetración de microorganismos patógenos en la herida y le confiere la propiedad de barrera antiséptica. Cabe señalar que este es un animal acuático que no tiene alta probabilidad de causar enfermedades transmisibles (1).

Manejo de úlceras del pie diabético con piel de la tilapia

Como primera evidencia se considera que en 2019, Michael et al. realizaron un estudio retrospectivo para evaluar el porcentaje de cierre de heridas en úlceras de pie diabético (UPD) después de 16 semanas de tratamiento con injerto de piel de pez acelular (AFS), reclutaron

a 51 pacientes y tuvieron un total de 58 úlceras del pie diabético (UPP). Primero se desbridan las heridas, luego se coloca un injerto de AKS y se cierran las heridas. En la semana 16, 35 de 58 heridas sanaron completamente (60,34%) con una reducción promedio del área del 87,57%. Después de 16 semanas, 43 UPD tuvieron una reducción >90 % del área de la herida y 49 UPD tuvieron una reducción >75 % del área de la herida. De las 58 lesiones, dos no disminuyeron en el área de la lesión en la semana 16; sin embargo, una UPD requirió dos aplicaciones adicionales de injertos de piel de pescado acelular (AFS) y sanó a las 24 semanas, mientras que la otra UPD requirió tres episodios adicionales de desbridamiento de la herida hasta la recuperación, pero no requiere aplicaciones adicionales de injerto de piel de pez acelular (AFS).

Es importante señalar que la última herida es la más antigua y tiene más de tres años. En promedio, las heridas requirieron 4,9 aplicaciones de injerto de piel de pez acelular (AFS) para sanar, y las primeras 35 heridas completamente cicatrizadas mencionadas anteriormente tardaron un promedio de sólo diez semanas en lograr una curación completa. El estudio concluyó que los injertos de piel de pez acelular (AFS) permiten una rápida cicatrización de heridas y permiten que las UPD, con la adición de desechos, pasen adecuadamente de un estado refractario crónico a un fuerte proinflamatorio en apoyo de los injertos de AFS (8).

Estudios que comparan injertos de AFS con productos celulares y/o tisulares

Kirsner et al. realizaron un ensayo controlado aleatorio, en 2019 que comparó el uso de AFS con injertos de membrana amniocorial dañados (dHACM), mediante la creación de focos de biopsia de cuatro milímetros de diámetro en voluntarios sanos. Las heridas agudas pretendían imitar las heridas crónicas que aún no habían cicatrizado antes del tratamiento en cada sujeto; una lesión fue tratada con un implante AFS y la otra con un aloinjerto. Este estudio se llevó a cabo en 85 pacientes con 170 heridas con un dato importante de que ni el paciente ni el cirujano que examinaba las heridas sabían qué herida estaba siendo tratada con productos celular y/o tisulares (CTP). Los pacientes fueron examinados siete veces durante un período de 28 días y se examinaron las heridas en busca de signos de infección, grandes áreas de eritema, nivel de dolor, nuevos signos de infección, sangrado y si la herida había sanado o no. El día 14 se observó que las heridas tratadas con AFS sanaban más rápido que las heridas tratadas con injertos de membrana amniocorial dañados (dHACM).

Las heridas tratadas con injertos AFS tardaron 22 días en sanar, mientras que la curación en el brazo con injertos de membrana amniocorial dañados (dHACM) solo tardó unos 24 días desde que inició la investigación, dando como resultado que no hubo infecciones durante todo el estudio. Sin embargo, cuatro pacientes tuvieron eritema difuso mayor de 1 mm en ambas lesiones, mien-

tras que dos pacientes tuvieron eritema difuso en la misma lesión tratada, solo con implantación de AFS. Como la diferencia era pequeña, se asumió que no estaba relacionada con ningún tipo de tratamiento. El estudio concluyó que las heridas tratadas con injertos AFS sanaron más rápidamente en comparación con las heridas tratadas con dHACM, pero no se encontraron diferencias en los efectos secundarios entre los dos grupos, considerando la diferencia en los costos de tratamiento por brazo y encontraron que las heridas tratadas con dHACM eran un 76% más caras que las heridas tratadas con un injerto AFS (9).

Comparación de los componentes de AFS y dermis fetal bovina en inyección

Stone et al. compararon la eficacia de las inyecciones de AFS con las inyecciones de dermis fetal bovina (DFB) en un ensayo clínico preliminar realizado en 2021, algunas de las cuales han sido ampliamente estudiadas. Se forman venas muy profundas, de aproximadamente 5x5 mm de tamaño y 5x5 mm de diámetro. Al día siguiente, los operadores fueron tratados con inyectoros AFS o FBD; los inyectoros AFS fueron necesarios después de siete días. Todos los experimentos se evaluaron durante un período de 62 días, durante el cual alcanzaron el área de superficie, el contenido de humedad, el tiempo de tratamiento y el riesgo de agua transepidérmica, se inició con el séptimo día dando como resultado que los inyectoros AFS estaban integrados en el pasado después de la comparación más

rápida posible con la inyección FBD del día siguiente las tareas realizadas con los inyectores AFS incluyen pruebas y comparaciones más rápidas con los inyectores FBD, que evalúan el nivel de pedigrí.

En el día 14, el área heredada se redujo significativamente con las inyecciones de FBD en comparación con las inyecciones de AFS. El día 28, los intentos de aclimatación se realizaron al ritmo de la rocalla en contraposición a un ritmo similar la mejor manera de evaluar el rendimiento del dispositivo durante el funcionamiento normal se basa en el nivel de ingesta de líquidos y el riesgo de agua transepidermica en cada grupo. El día 21 se evidenció que el contenido de humedad era significativamente menor que en los días anteriores con los inyectores AFS y en comparación con los inyectores FBD. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la barrera de agua transepidermica; el dispositivo continuó funcionando normalmente hasta aproximadamente el día 60 en ambos grupos. Se utiliza una imagen de agente de contraste láser (LSI) para visualizar el nivel de flujo sanguíneo de cada individuo. El día catorce, los informes de resultados de AFS mostraron una hipertensión LSI significativa con Injertos en comparación con las inyecciones de FBD injertos. En general, este estudio demuestra las características de tratamiento superiores de los inyectores AFS en comparación con los inyectores FBD para el tratamiento de patologías hereditarias profundas, algunas de las cuales son de particular interés (10).

Estudios que comparan injertos AFS con apósitos de alginato de colágeno

En 2021 se realizó un ensayo controlado aleatorio para comparar la eficacia de los injertos de AFS con apósitos de colágeno y alginato en el tratamiento de la UUP refractaria. Se incluyeron 49 pacientes de los cuales 25 fueron asignados al azar al tratamiento con apósitos de colágeno y alginato solos, mientras que 24 pacientes fueron asignados al azar al tratamiento con apósitos de colágeno y alginato en combinación con un injerto de APS. Antes del inicio del estudio todos los pacientes se sometieron a dos semanas de tratamiento con andador con carga de peso y desbridamiento quirúrgico, luego, los pacientes fueron tratados durante 12 semanas y se registró el porcentaje de curación completa de la herida, después de seis semanas de tratamiento, el cierre de la herida fue del 72,8% en el grupo que recibió injertos de AFS, pero solo del 41,2% en el grupo que recibió apósitos de colágeno y alginato solos. Después de 12 semanas, los resultados mostraron que 16 de 24 pacientes (67%) que recibieron injertos de AFS tuvieron una curación completa, en comparación con solo ocho de 25 pacientes (32%) que recibieron apósitos de alginato. Lullov et al. llegaron a la conclusión de que las UPD tratadas con injertos AFS tenían un mayor número de heridas completamente cicatrizadas, así como una curación más rápida (11).

Lullove et al. (2022) realizaron un ensayo controlado aleatorio más amplio para evaluar la eficacia de los injertos de AFS en comparación con los

apósitos de alginato de colágeno en el tratamiento de las UPD resistentes al tratamiento. Se incluyó en el estudio a un total de 94 pacientes, quienes fueron aleatorizados en grupos con apósitos de alginato de colágeno solos o en combinación con injertos de AFS. Los pacientes fueron tratados primero durante dos semanas con descarga y desbridamiento. Cuando los pacientes comenzaron sus tratamientos, el grupo tratado con apósito de alginato de colágeno solo recibió cambios de apósito semanalmente en la clínica y tres cambios adicionales en casa, mientras que los pacientes tratados con injertos de AFS recibieron un cambio de apósito solo una vez por semana. Se siguió a los pacientes durante 12 semanas y se registró el número de cierres de heridas. Entre los pacientes tratados con injertos de AFS 29 pacientes de 46 (63%) mostraron una cicatrización completa de la herida a las 12 semanas, mientras que sólo 15 de 48 (31,3%) pacientes tratados con apósitos de alginato de colágeno solo mostraron una cicatrización completa de la herida. Estos resultados concluyen que el uso de injertos AFS en el tratamiento de UPD resistentes es prometedor (12).

Discusión

El propósito principal de este trabajo fue hacer una revisión preliminar de la literatura con el objetivo de identificar la eficacia que ha tenido en los últimos años la utilización de la piel de tilapia en quemaduras. Muchos de los resultados obtenidos demuestran que la piel del *Oreochromis niloticus* es útil debido

a sus propiedades y componentes en similitud a la piel humana, entendiéndose la gran relevancia y beneficios que tiene en comparación con otras técnicas ya utilizadas. La evidencia científica demuestra que actualmente este es un tratamiento popular dadas las características que brinda en relación con los tratamientos contemporáneos. No solamente hablamos de beneficios de curación en un tiempo menor posible sino con la finalidad de reducir los costos en material de curación en los centros de salud: gasas, vendas, pomadas, optimizando de algún modo beneficios para el paciente y el personal en la realización de los procesos de curación.

En países como Brasil está nueva técnica es utilizada en gran medida y los estudios realizados allí, han originado grandes aportes, según las diferentes fuentes mencionadas en la investigación.

Es importante mencionar que esta nueva técnica puede ser utilizada en otros contextos como en úlceras de pie diabético. Al respecto, Michael et al. demuestran a través de un estudio realizado en 51 pacientes la gran relevancia que este tiene por sus funciones, permitiendo en los pacientes una rápida cicatrización de heridas y permiten que las UPD, con la adición de desechos, pasen adecuadamente de un estado refractario crónico a uno fuerte.

Por otro lado, a través de la revisión integrativa que se realizó en los diferentes estudios se puede evidenciar que la piel del *Niloticus* a nivel histológico pre-

senta muchas fibras de colágeno densas de tipo 1 similar a la piel humana. Al tener estas fibras lo vuelve el tratamiento ideal, ya que la cicatrización y regeneración de piel es reparada con tejido conectivo. En el caso de las quemaduras el cuerpo produce una gran cantidad de colágeno para así reparar el tejido cutáneo quemado y dañado sumándole a esto las propiedades descritas de la piel del *Oreochromis niloticus* que aumenta la función del colágeno que es unir la piel dañada, ayudando a cerrar y curar la quemadura. Es decir, al tener una densidad similar a la piel humana y el alto grado de adherencia ayuda en gran medida a que no ingresen microorganismos patógenos dando la propiedad de barrera antiséptica. Es de gran relevancia el efecto que este biomaterial tiene a nivel hospitalario, ya que por sus propiedades tiende a retener mucha humedad y al ser utilizada en quemaduras permite que la piel siempre esté hidratada, evitando que exista una manipulación de forma rutinaria por parte del personal al momento de realizar algún procedimiento como cambiar gasas, colocar medicamentos y utilizar de manera excesiva cremas hidratantes.

En gran parte, los resultados obtenidos a través de esta revisión narrativa demuestran que existen distintos tipos de tratamientos para pacientes con distintos grados de quemaduras. Sin embargo, aún no existe suficiente información, pruebas y estudios necesarios en el tratamiento de la piel de tilapia del Nilo para que se pueda aplicar como tratamiento certero y recomen-

dable, y pueda ser empleado en todos los centros de salud mundial, ya que actualmente se encuentra en proceso de investigación.

Conclusiones

Los hallazgos de la literatura presentados en esta revisión muestran que la ciencia ha buscado formas de mejorar el tratamiento utilizando diversas técnicas y materiales la piel de tilapia. Esta es una nueva modalidad revolucionaria en el campo de la medicina, diseñada para beneficiar tanto al paciente como al proveedor de atención médica. Con base en diversos registros de las características histológicas de la especie *Oreochromis nilotica* en diversas bases de datos, se cree que servirá para desarrollar un tratamiento que utilice la piel de este animal para curar y reparar las heridas de los pacientes.

Por ello, es importante resaltar en las notas de investigación las numerosas ventajas que aporta esta especie en el tratamiento de las quemaduras, ya que conlleva menos dolor, menor duración de exposición y contaminación por otros agentes, reducción de la fuerza de la infección, etc. Además de la gran cantidad de colágeno que produce esta piel, ofrece muy buena estética y bajo costo respecto a otras alternativas actuales.

Por otro lado, se encuentra que no hay mucha información sobre este nuevo tratamiento, ya que hay investigaciones relativamente nuevas y se han realizado pocos estudios y experimentos. Sin embargo, es importante mencionar

que en la actualidad es un avance importante y puede ser un método útil para la sociedad, luego de confirmar su empleabilidad.

Agradecimientos

Se agradece a los docentes por brindar las herramientas necesarias para el desarrollo de esta revisión sistemática, con miras a brindar nuevas alternativas en el área de la salud y ampliar el conocimiento de este tema.

Conflictos de interés

Para el desarrollo de la revisión sistemática no se generaron conflictos de interés.

Referencias

1. Calderón C, Aguilar Z. La piel de tilapia del Nilo para el tratamiento de quemaduras. Ciencia y juventud [internet]. 2022 [citado 04 de octubre 2023]; 1-5 p disponible de:https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23614/1/Rev_Juv_Cie_Sol_1108.pdf
2. Cabral, Medeiros. Et al. Piel de tilapia: ¿avance tecnológico en el tratamiento de quemaduras?. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. [internet] 2021 [citado 04 de octubre 2023]; 05: 50-64 p. Disponible de: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/salud/piel-de-tilapia>
3. Piel de tilapia para el tratamiento de quemaduras. CMUC [Internet]. 2019 [citado el 2 de octubre de 2023]. Disponible de:<https://www.centroulcerascronicas.com/noticias/piel-de-tilapia-para-eltratamiento-de-quemaduras>
4. Miranda B, Brandt T. Xenoinjerto (piel de Tilapia del Nilo) e hidrofibra con plata en el tratamiento de quemaduras de II grado en adultos. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica* [internet] 2019 [citado 02 de octubre 2023] 34: 79-85 p. Disponible de: <https://doi.org/10.5935/2177-1235.2019RBCP0012-EN>
5. Lima M, de Moraes Filho O, Costa A, Fechine FV; et al. El apósito para heridas a base de piel de pez tilapia del Nilo mejora el dolor y los costos relacionados con el tratamiento de quemaduras superficiales de espesor parcial: un ensayo controlado aleatorio de fase III. [internet] 2021 [citado 02 de octubre 2023];147(5):1189-98 p. Disponible de:[doi:10.1097/PRS.00000000000007895](https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000007895)
6. Jones F. En la piel de la tilapia [Internet]. *Fapesp.br*. [citado el 20 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/en-la-piel-de-la-tilapia/>
7. Ficha_Oreochromis_niloticus especies marinas y costeras introducidas de Colombia [Internet]. [citado el 5 de noviembre de 2023]. Disponible de: http://invasoresmarinos.invenmar.org.co/ficha_oreochromis_niloticus
8. Wikimedia.org. [citado el 5 de noviembre de 2023]. Disponible de: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5e/Rio_Magdalena_map.png/280px-Rio_Magdalena_map.png
9. Researchgate.net. [citado el 5 de noviembre de 2023]. Disponible de: <https://www.researchgate.net/publication/353899748/figure/fig1/AS:1056526471008256@1628906948177/Figura-1-Mapa-de-la-ecorregion-Ciénaga-Grande-de-Santa-Marta.png>

10. Stone R II, Saathoff EC, Larson DA, Wall JT, Wienandt NA, Magnusson S, et al. Cierre acelerado de heridas de quemaduras profundas de espesor parcial con injerto de piel de pescado acelular. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021;22(4):1590. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms22041590>
11. Lullove E, Liden B, Winters C, McEneaney P, Raphael A, Lantis J II. Un ensayo clínico controlado, aleatorio, ciego y multicéntrico que evalúa el efecto de la piel de pescado rica en omega-3 en el tratamiento de las úlceras crónicas del pie diabético que no responden. *Heridas* [Internet]. 2021;33(7):169-77. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25270/wnds/2021.169177>
12. Lullove E, Liden B, McEneaney P, Raphael A, Klein R, Winters C, et al. Evaluación del efecto de la piel de pescado rica en omega-3 en el tratamiento de las úlceras crónicas del pie diabético que no responden: penúltimo análisis de un ensayo controlado aleatorio, prospectivo y multicéntrico. *Heridas* [Internet]. 2022;34(4):e34-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25270/wnds/2022.e34e36>
13. Ortega M, Villamil V, Alonzo N, Cantos J. Manejo de quemaduras profundas con apósitos oclusivos elaborados a base de piel de Tilapia. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores. [Internet] 2022 [citado 15 de octubre de 2023]. Disponible de: <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3433/3395>
14. Ibrahim M, Ayyoubi S, Alkhairi A, et al. Injertos de piel de pescado versus apósitos alternativos para el cuidado de heridas: una revisión sistemática de la literatura.[Internet] 2023 [citado 15 de octubre 2023]. 15(3) disponible de: doi:10.7759/cureus.36348
15. González R, Vidal M. Piel de cíclidos en las quemaduras: perspectivas en la Medicina. *Rev UNIANDES Cienc Salud* [Internet] 2018 [citado 15 de octubre 2023]; 1(1):38-52 p. Disponible de: <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/RUCSALUD/article/view/1138/393>
16. Arauz M, Blanco G, González B; et al. Apósitos oclusivos elaborados a base de piel de tilapia para quemaduras profundas. [Internet] 2022 [citado 15 de octubre 2023]; 28(1). Disponible de: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/415/4153298007/>
17. González S. Xenoinjerto en el tratamiento de quemaduras. *LATAM* [Internet] 2023 [citado 15 octubre 2023]; 4(2); 4659-4667 P. Disponible de:DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.926>
18. Ghosh, Bikonaa Sánchez V, Diana F; et al. Uso de la piel de tilapia del Nilo en el tratamiento de víctimas de quemaduras. [internet] 2023 [citado 15 de octubre 2023]; 6(5):e0257 p. Disponible de DOI: 10.1097/GH9.0000000000000257
19. Ouyang Q, Hu Z, Lin P, Quan Y, et al. Hidrogel de quitosano en combinación con péptidos marinos de tilapia para curar quemaduras .*Int J Biol Macromol* [Internet] 2018 [citado 15 de octubre 2023]. Disponible de: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-29408210>
20. Luze H, Nischwitz SP, Smolle C, Zrim R, Kamolz LP. El uso de injertos de piel de pescado acelular en el tratamiento de heridas por quemaduras: una revisión sistemática. *Medicina* [Internet] 2022[citado 15 octubre 2023] 58(7):912. Disponible de: <http://dx.doi.org/10.3390/medicina58070912>

21. Lima M, Moraes O, Costa A; et al. Tratamiento de quemaduras profundas de segundo grado en abdomen, muslos y genitales: uso de piel de tilapia como xenoinjerto. *Rev Bras cir Plást.* [Internet]. 2020 [citado 15 octubre 2023]; 35(2):243-248. Disponible de: <http://www.dx.doi.org/10.5935/2177-1235.2020RBCP0040>
22. Moya E, Abigail P. Plan de negocios para la creación de una empresa productora y exportadora de colágeno a base de piel de tilapia para quemaduras dérmicas a Santiago de Chile. Quito: Universidad de las Américas, 2020; 2020. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec:8080/handle/33000/13199>
23. Vargas Hoyos, E, Isique Santillán, J, Eslado Tenorio, L, Huarhuachi Muñoz, M, Vicente Rabi, D Fabricación y comercialización de crema regeneradora de piel a base de tilapia. [Internet]. Universidad San Ignacio de Loyola; 2021 [citado: 2023, octubre]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/323a8090-97e8-4e02-b0d1-5c5ac0993dfa>
24. Nunes A, Lima J, Sarto P, et al. Estudio de propiedades tensiométricas, microbiológicas y contenido de colágeno en piel de tilapia del Nilo sometida a diferentes métodos de esterilización. [Internet] 2018 [citado 15 de octubre 2023]. 19(3):373-382. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-29380095>
25. Philopimin L, Lima J, Odorico Filho, Maciel B. et al. Elaboración de un protocolo para la implementación y operación del primer banco de pieles animales en Brasil: Informe de experiencia. [Internet] 2018 [citado 15 de octubre 2023]. 17(1). Disponible de: <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/nqtb9>
26. González R, Vidal M. Piel de cíclidos en las quemaduras: perspectivas en la Medicina. *Rev UNIANDES Cienc Salud* [Internet] 2018 [citado 15 de octubre 2023]; 1(1):38-52. Disponible en: <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/RUCSALUD/article/view/1138/393>
27. Ortega M, Villamil V, Alonzo N, Cantos J. Manejo de quemaduras profundas con apósitos oclusivos elaborados a base de piel de Tilapia. Dilemas contemporáneos: *Educación, Política y Valores.* [Internet] 2022 [citado 15 de octubre de 2023]. Disponible de: <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3433/3395>
28. Arauz M, Blanco G, González B; et al. Apósitos oclusivos elaborados a base de piel de tilapia para quemaduras profundas. [Internet] 2022 [citado 15 de octubre 2023]: 28(1). Disponible de: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/415/4153298007/>
29. Pizarro M. Utilidades sanitarias de la piel de pescado. [Internet] 2020 [citado 15 de octubre de 2023]. 35;3 196-197. Disponible de: <https://www.elsevier.es/en-revista-journal-healthcare-quality-research-257-articulo-utilidades-sanitarias-piel-pescado-S2603647920300385>
30. Ramírez R, Ramírez S, Santos S. Evaluación de las propiedades mecánicas de hidrogeles a base de colágeno de piel de tilapia con potencial uso en el tratamiento de quemaduras de segundo grado. [Internet]. 2022. [citado 15 octubre 2023] Disponible de: <http://hdl.handle.net/20.500.12749/16892>

31. Lima M, Moraes O, Costa A; et al. Tratamiento de quemaduras profundas de segundo grado en abdomen, muslos y genitales: uso de piel de tilapia como xenoinjerto. *Rev Bras cir Plást.* [Internet]. 2020 [citado 15 octubre 2023]; 35(2):243-248. Disponible en: <http://www.dx.doi.org/10.5935/2177-1235.2020RBCP0040>
32. Junior E, Picollo S, Miranda B. et al. Uso de piel de tilapia como apósito biológico oclusivo, en el tratamiento de quemaduras. *Rev Bras Queimaduras* [Internet]. 2017 [citado 15 octubre 2023]; 16(1):10-17. Disponible de: <http://www.rbqueimaduras.com.br/details/341/pt-BR/uso-da-pele-de-tilapia--oreochromis-niloticus---como-curativo-biologico-oclusivo--no-tratamento-de-queimaduras>
33. Lima J. Tecnologías innovadoras: uso de piel de tilapia del Nilo para tratar quemaduras y heridas. *Rev Bras Queimaduras* [Internet]. 2017 [citado 15 octubre 2023]; 16(1) Disponible de: <http://www.rbqueimaduras.com.br/details/339/pt-BR/tecnologias-inovadoras--uso-da-pele-da-tilapia-do-nilo-no-tratamento-de-queimaduras-e-feridas>
34. Silva AV, Tavares DS, Tavares P, Santos CO. Terapias aplicadas en el tratamiento de quemaduras de tercer grado y variables: revisión integrativa. [Internet] 2020 [citado 15 de octubre 2023];53(4):456-63 P. Disponible de: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/172357>
35. Elbially ZI, Atiba A, Abdelnaby A, Al-Hawary II; et al. El extracto de colágeno obtenido de la piel de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) acelera la cicatrización de heridas en un modelo de rata mediante la regulación positiva de la expresión de los genes VEGF, bFGF y -SMA [Internet]. 2020;[citado 15 de octubre 2023];16(1). Disponible de: <http://dx.doi.org/10.1186/s12917-02>
36. Yang L, Chen K, Liu P, Kang Y, Shen S, Qu C, et al. Preparación de polvo de colágeno de piel de tilapia del Nilo mediante evaluación integral y a baja temperatura de la hemostasia y la cicatrización de heridas. [Internet] 2023 [citado 15 de octubre 2023];46(2):99-112 p. Disponible de: <http://dx.doi.org/10.1177/03913988221139883>
37. Li D, Sun W, Wang T, Gao Y, Wu J, Xie Z; et al. Evaluación de una nueva matriz de dermis acelular de piel de tilapia procesada racionalmente para mejorar la cicatrización de heridas. [Internet]. 2021 [citado 15 de octubre 2023]. Disponible de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2021.112202>
38. Tozetto R, Santos R, Assis de Andrade; et al. Estudio de las propiedades antioxidantes, antimicrobianas y curativas de heridas del extracto hidrolizado crudo de piel de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) [Internet]. 2023 [citado 15 de octubre 2023]. Disponible de: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202300863>