



FACULTADE DE ENFERMARÍA

## TRABAJO FIN DE GRADO EN ENFERMERÍA

Curso académico 2022/2023

### Estimulación de los bordes perilesionales con vitamina E acetato: una revisión sistemática

Alumna: Irene Rey Piñeiro

Tutor: Emilio Rubén Pego Pérez

Convocatoria de Junio

Año 2023



FACULTADE DE ENFERMARÍA

## UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

### Grao en Enfermaría

O Proxecto de Fin de Grao titulado: Estimulación dos bordes perilesionais con vitamina E acetato: unha revisión sistemática.

Santiago de Compostela, 27 de maio de 2023

O/a alumno/a,

Fdo.: Irene Rey Piñeiro

Vº Bº

O/A titor

*Firmado por PEGO PEREZ EMILIO  
RUBEN - \*\*\*7342\*\* el día 27/05/2023 con  
un certificado emitido por AC FNMT  
Usuarios*

Fdo.: E. Rubén Pego Pérez

## Índice de contenido

Introducción .....	1
Justificación.....	3
Formulación de la pregunta de estudio .....	5
Objetivos .....	5
Objetivo principal .....	5
Objetivos secundarios:.....	5
Metodología .....	5
Tipo de estudio .....	5
Fuentes de información .....	6
Estrategia de búsqueda .....	6
Proceso de selección de estudios .....	7
Población .....	7
Tipo de intervención.....	8
Medidas de desenlace/resultado .....	8
Resultados .....	8
Resultados de la estrategia de búsqueda.....	8
Resultados por objetivos.....	10
Discusión.....	15
Conclusión.....	18
Bibliografía.....	19
Anexo .....	24
Tabla 2. Estudios incluidos.....	24

**Título** Estimulación de los bordes perilesionales con vitamina E acetato: una revisión sistemática.

**Resumen:**

**Introducción:** en una herida crónica, la integridad cutánea se ve afectada por numerosos factores que pueden retrasar y prolongar su cicatrización. Debido a que son heridas de larga evolución, su repercusión en la sociedad se ve reflejada en los distintos niveles asistenciales, donde su aparición genera impacto en la calidad de vida de los pacientes, en el tiempo que dedican los profesionales en tratarlas y en los gastos que se generan para el sistema de salud. Por este motivo, la realización de una valoración integral y el uso de la estrategia TIME sirven de ayuda para establecer un tratamiento dinámico.

**Objetivos:** analizar la eficacia de la aplicación de Vitamina E Acetato en la estimulación de los bordes perilesionales de las heridas crónicas y en su tratamiento, así como su combinación con otros materiales y su integración dentro de los planes de cuidados enfermeros.

**Metodología:** se llevó a cabo una revisión sistemática que pudiese dar respuesta al tema propuesto mediante una búsqueda bibliográfica de evidencia científica publicada en los diez últimos años.

**Resultados:** se seleccionaron quince artículos de Scopus, Science Direct, PubMed y Web of Science y los resultados mostraron que el acetato de vitamina E resulta ser un compuesto con alta capacidad antioxidante contra el estrés oxidativo celular, disminuyéndolo y paliando las repercusiones que este genera en la piel.

**Conclusión:** una vez analizados los estudios seleccionados, la utilización de este compuesto podría ser de utilidad para el tratamiento de heridas crónicas aunque es necesario que se realicen más investigaciones.

**Palabras clave:** alfa-Tocoferol; heridas y lesiones; cicatrización de heridas; cuidados de la piel; antioxidantes; atención de enfermería.

**Título:** Estimulación dos bordes perilesionais con vitamina E acetato: unha revisión sistemática.

**Resumo:**

**Introdución:** nunha ferida crónica, a integridade cutánea vese afectada por numerosos factores que poden atrasar e prolongar a súa cicatrización. Debido a que son feridas de longa evolución, a súa repercusión na sociedade vese reflectida nos distintos niveis asistenciais, onde a súa aparición xera impacto na calidade de vida dos pacientes, no tempo que dedican os profesionais en tratelas e nos gastos que se xeran para o sistema de saúde. Por este motivo, a realización dunha valoración integral e o emprego da estratexia TIME resulta de axuda para establecer un tratamento dinámico.

**Obxectivos:** analizar a eficacia da aplicación de Vitamina E Acetato na estimulación dos bordes perilesionais nas feridas crónicas e no seu tratamento, así como a súa combinación con outros materiais e a súa integración dentro dos plans de coidados enfermeiros.

**Metodoloxía:** levouse a cabo unha revisión sistemática que puidese dar resposta ao tema proposto mediante unha busca bibliográfica de evidencia científica publicada nos dez últimos anos.

**Resultados:** seleccionáronse quince artigos de Scopus, Science Direct, PubMed e Web of Science e os resultados mostraron que o acetato de vitamina E resulta ser un composto con alta capacidade antioxidante contra o estrés oxidativo celular, diminuíndoo e paliando as repercusións que este xera na pel.

**Conclusión:** unha vez analizados os estudos seleccionados, a utilización deste composto podería ser de utilidade para o tratamento de feridas crónicas aínda que é necesario que se realicen máis investigacións.

**Palabras clave:** alfa-Tocoferol; feridas e lesións; cicatrización de feridas; coidados da pel; antioxidantes; atención de enfermaría.

**Title:** Perilesional edges stimulation with vitamin E acetate: a systematic review.

**Abstract:**

**Introduction:** in chronic wounds, the skin's integrity is affected by numerous factors that can delay and prolong healing. Due to their long-lasting nature, their impact on society is reflected in different healthcare levels. Their appearance has a significant impact on patients' quality of life, the time professionals spend treating them, and the costs incurred by the healthcare system. Therefore, a comprehensive assessment and the use of the TIME strategy can be helpful to establish a dynamic treatment.

**Objectives:** to analyze the effectiveness of applying vitamin E acetate in stimulating perilesional edges in chronic wounds and its treatment, as well as its combination with other materials and its integration into nursing care plans.

**Methodology:** a systematic review was carried out to answer the proposed topic through a bibliographic search of scientific evidence published in the last ten years.

**Results:** fifteen articles from Scopus, Science Direct, PubMed and Web of Science were selected, and the results showed that vitamin E acetate is a compound with high antioxidant capacity against cellular oxidative stress, reducing it and mitigating its effects on the skin.

**Conclusion:** after analyzing the selected studies, the use of this compound could be useful in the treatment of chronic wounds, although more research is needed.

**Keywords:** alpha-tocopherol; wounds and injuries; wound healing; skin care; antioxidants; nursing care.

## Introducción

Se define una herida crónica como una lesión en la piel en la que la cicatrización no progresa adecuadamente en el tiempo y el proceso de cierre se alarga más allá de seis semanas [1].

En estas heridas, los mecanismos celulares y moleculares no actúan correctamente y existe un fallo en la integridad de la piel, tanto anatómico como funcional, que se manifiesta por:

- Prolongación de la fase inflamatoria.
- Incremento en la producción de metaloproteasas.
- Degradación de la matriz extracelular.
- Retraso en la migración celular.
- Formación de tejido conectivo [2].

La cicatrización de estas lesiones se lleva a cabo por segunda intención ya que la pérdida de tejido es demasiado grande como para poder aproximar los bordes correctamente por lo que el tejido dañado se elimina y reemplaza por tejido nuevo generalmente de origen conectivo [1].

Por ello, su curación parte de la base de que el tiempo de cicatrización necesario es prolongado y esto influye directamente en la epidemiología y en los costes derivados en la atención de estas heridas. Actualmente, según detalla el GNEAUPP, el tipo de herida más frecuente son las úlceras por presión (UPP) con una prevalencia global de un 7% en hospitales, un 4,79% en pacientes atendidos en programas de atención domiciliaria y un 4,03% en residencias de mayores [3].

En cuanto a la clasificación por estadios, alrededor de un 50% de las UPP se clasifican en categorías iniciales de tal forma que, realizar una correcta identificación y un abordaje temprano resultará más fácil y llevadero tanto para el paciente como para el personal de enfermería responsable [3].

Además, relacionado con el tiempo de curación, un estudio realizado en Barcelona durante el año 2013 estimó que la duración media de las heridas crónicas estudiadas fue de 311 días, y de 626 días las UPP. La diferencia de tiempo de curación según el lugar de atención fue una media de 173,39 días en centros de atención primaria y 637, 54 días en domicilio [6].

Por este motivo, el paciente que sufre una herida crónica debe adaptarse a una nueva situación que lo acompañará durante semanas o meses y que le provocará cambios importantes en su vida. A nivel individual, disminuye la calidad de vida, la autonomía y la autoestima,

repercutiendo directamente en las relaciones sociales que establece el individuo con el entorno. Además, el estado de salud se encuentra comprometido, elevando el riesgo de que aparezcan complicaciones y pudiendo derivar en estados de invalidez que generen dependencia [2].

Con el propósito de que la evolución y la curación sean adecuadas, los profesionales sanitarios deben realizar una correcta valoración de la forma más integral posible para que así, el diagnóstico y el tratamiento estén lo más adaptados al tipo de lesión. Una herramienta útil para evaluar el riesgo de aparición son las escalas de valoración, siendo la escala de Braden la más utilizada en hospitales y centros de atención primaria, con una frecuencia de uso del 64,6% y de 72,4% respectivamente. En cambio, en residencias y centros sociosanitarios se utiliza la escala de Norton, con una frecuencia de uso de un 37,2% [5].

El tiempo de tratamiento es duradero y, cuando la cicatrización se estanca este se incrementa. Por eso, estimular la fase de epitelización facilitará la curación. Para ayudar en la práctica, resulta de utilidad emplear una secuencia ordenada de acciones como es el acrónimo TIME por sus siglas en inglés (*“Tissue”, “Infection/Inflammation”, “Moisture”, “Edges”*), que se usa para la preparación del lecho de la herida a través de cuatro sencillos pasos [7].

El concepto TIME, detalla los cuatro problemas principales que pueden retrasar el tiempo de cicatrización de una herida y, por ende, su curación. Por ello, y con el objetivo de mejorar el proceso de curación natural, esta estrategia junto con un enfoque integral del paciente proporciona las claves generales para el manejo de las heridas crónicas en las consultas de enfermería. La [Tabla 1](#) resume los puntos esenciales de esta herramienta:

*Tabla 1. Estrategia TIME*

	<b>Objetivo</b>	<b>Manejo</b>
<b>T</b>	Control del tejido no viable para la estimulación del tejido sano	Eliminación mediante limpieza y desbridamiento (quirúrgico, enzimático, autolítico, osmótico o biológico).
<b>I</b>	Control de la infección y la inflamación	Disminución y tratamiento de la carga bacteriana. Vigilancia de aparición de señales de infección y control de signos y síntomas.
<b>M</b>	Control del desequilibrio de la humedad	Manejo del exudado a través de la utilización de apósitos que favorezcan un ambiente húmedo y aséptico.
<b>E</b>	Estimulación de los bordes epiteliales	Hidratación y protección para evitar dañar el tejido neoformado, la maceración y favorecer la cicatrización.

*Elaboración propia. Fuente: [1,7]*

Esta valoración inicial sirve como punto de partida para el cuidado de las heridas, que posteriormente serán clasificadas y tratadas según su etiología. A rasgos generales, en la práctica asistencial la técnica más utilizada para el manejo de heridas es la cura en ambiente húmedo que,

además de ser más individualizada, ofrece beneficios tales como: aumento de la capacidad de autólisis, disminución de la probabilidad de infección, del traumatismo sobre la herida y del dolor, la protección del tejido nuevo que se va formando y el aumento del intervalo entre cada cura, ofreciendo un mayor coste/beneficio. Para conseguir estas ventajas y que en todo momento se mantenga la humedad en el lecho de la herida son imprescindibles los apósitos utilizados, que proporcionan a la herida un ambiente de humedad, temperatura y presión adecuados y favorecen el proceso fisiológico normal de cicatrización [8].

El papel que cumple la piel que rodea la lesión, resulta fundamental; concretamente, la cicatrización avanza desde los bordes hasta el interior por lo que, si no hay una piel perilesional funcional, el esfuerzo por intentar curar la herida será en vano. Se debe proteger y cuidar bien este tejido ya que cumple muchas funciones, entre las que se encuentra la sensibilizadora, la antimicrobiana, la termorreguladora, de absorción, de metabolización o de fotoprotección [8].

Por lo anteriormente mencionado, este estudio analizará el efecto de la Vitamina E Acetato en la estimulación de los bordes perilesionales en las heridas crónicas.

## **Justificación**

Este trabajo se justifica atendiendo al impacto que tienen las heridas crónicas en la sociedad. En España, los datos de prevalencia se pueden ver reflejados en el 5º Estudio Nacional de Prevalencia realizado en 2017 por el Grupo Nacional Para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas [3].

Así pues, en hospitales, la prevalencia global fue de un 8,7% y, de los pacientes estudiados un 55,6% eran hombres y un 44,4% mujeres. En cuanto a las unidades hospitalarias, la presencia de estas lesiones fue más prevalente en unidades de cuidados intensivos, con un 18,3%, seguidas de las unidades de cuidados paliativos, con un 16,7% [3].

En centros de atención primaria, la prevalencia global fue de un 1,65% y los datos según sexo cambian, representando los hombres un 39,8% frente a un 60,2% de mujeres. Por otra parte, un 83,3% de las heridas atendidas se originaron en domicilio y un 16,7% eran nosocomiales [4].

Por último, en residencias sociosanitarias, la prevalencia global fue de un 6,24%. De los pacientes que se obtuvieron datos un 35,4% eran hombres y un 63,8% mujeres. Según el tipo de residencia, la prevalencia en centros concertados era de un 8,12%, en privados un 4,40% y en centros públicos un 2,96% [5].

En estos tres contextos, el tipo de herida crónica más prevalente han sido las úlceras por presión representando, en hospitales un 66,8% de las lesiones estudiadas, en centros de atención primaria un 58,6% y en residencias sociosanitarias un 45,3% [3].

A estos datos es importante sumarle la repercusión social, económica y asistencial derivadas de la atención de estas lesiones. Económicamente, los costes sanitarios pueden ser directos o indirectos. Algunos ejemplos directos son los gastos en material de curas, medicación, hospitalizaciones o atención domiciliaria. Como indirectos se encuentran las bajas por enfermedad, las jubilaciones anticipadas, los ingresos en servicios sociosanitarios o los costes relacionados con los cuidadores [10].

Con el paso del tiempo, el impacto social y sanitario irá en aumento. Dos ejemplos de esta repercusión social son, por un lado, el envejecimiento de la población, cuyo índice en España, según el Instituto Nacional de Estadística se sitúa en 133,46% en 2022 y en un 213,54% en Galicia. Y, por otro lado, el desarrollo más temprano de enfermedades crónicas que dificultan la cicatrización, patologías como la diabetes que según datos publicados por la oficina de estadística europea Eurostat, el porcentaje de jóvenes españoles de entre 15 y 24 años cuya actividad se vio moderadamente limitada por esta enfermedad, ascendió de un 1,7 % en 2014 a un 5,4% en 2019 [11].

En la actualidad, la sociedad está marcada por la pandemia de SARS-CoV-2, que, además de haber afectado a innumerables aspectos de la vida cotidiana, también lo ha hecho en el ámbito de las heridas. La disminución de la movilidad por el confinamiento, el colapso de los centros de atención primaria, el aumento de ingresos hospitalarios y la falta de personal supusieron pasos de retroceso en la curación. Cifras concretas del Área Sanitaria de Santiago y Barbanza muestran que, en el gasto anual empleado para la compra de materia relacionado con la cura en ambiente húmedo, de 2020 hubo un aumento de 41.111,14 € con respecto al año anterior. También, en el período comprendido entre 2017 y 2020 se registraron alrededor de 800.000 intervenciones, siendo a nivel comunitario y suponiendo un 53% del gasto sanitario, la atención primaria el nivel asistencial que más consume, seguido de la atención hospitalaria, con un 31% y las residencias sociosanitarias, con un 16 % [13].

El impacto social y los gastos que se generan de su atención sirven de utilidad para resaltar la importancia de emplear material más duradero y eficiente que mejore las condiciones de la herida y acorte el proceso de cicatrización. Por este motivo, aunque los apósitos utilizados en las

curas en ambiente húmedo tienen un precio unitario mayor, el proceso completo genera beneficios, ya no sólo económicos, sino que, al conseguir espaciar más las curas en el tiempo, la probabilidad de complicaciones disminuye al no exponer ni manipular tanto el lecho de la herida como ocurre en las curas tradicionales [14].

### **Formulación de la pregunta de estudio**

Empleando el sistema de pregunta PIO, se elabora la siguiente pregunta de estudio:

- P. Pacientes: personas o animales con una herida en proceso de reparación.
- I. Intervención: cuidados de la piel y tratamiento tópico con vitamina E para la curación de heridas crónicas.
- O. Resultados (*outcomes*): eficacia.

Pregunta resultante: ¿Es eficaz la aplicación de vitamina E acetato en las heridas crónicas?

### **Objetivos**

Objetivo principal: analizar la eficacia de la aplicación de Vitamina E Acetato en la estimulación de los bordes perilesionales en las heridas crónicas.

Objetivos secundarios:

- Conocer los efectos de la aplicación de vitamina E acetato como parte de la cura en ambiente húmedo.
- Describir los principales productos de mercado que contengan vitamina E acetato.
- Identificar las diferentes combinaciones de materiales bioactivos con alfa-tocoferol.
- Integrar la aplicación de vitamina E acetato en el plan de cuidados de enfermería para una herida crónica.

### **Metodología**

#### Tipo de estudio

En este trabajo se llevó a cabo una revisión de la evidencia científica actual sobre el tema planteado con el objetivo de recopilar información sobre el efecto del acetato de vitamina E en el tratamiento de heridas crónicas. Se utilizaron las recomendaciones de la declaración PRISMA para la publicación de revisiones sistemáticas y el intervalo de tiempo en el que se realizó la búsqueda fue de octubre a febrero de 2023.

## Fuentes de información

Inicialmente se realizó una búsqueda preliminar para enfocar la investigación y establecer las bases, el contexto socioepidemiológico y sanitario del tema a tratar. Para ello, se identificaron artículos y publicaciones que aportasen datos sobre el tratamiento, duración, valoración, impacto social, coste y prevalencia de las heridas crónicas.

Posteriormente se llevó a cabo una búsqueda sistemática empleando bases de datos electrónicas centradas en ciencias de la salud: Medline, a través de PubMed como motor de búsqueda, Science Direct, el registro Central de Ensayos Controlados Cochrane y el metabuscador Web of Science.

Las palabras clave se han obtenido utilizando Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y sus correspondientes en inglés utilizando el catálogo Medical Subject Headings (MeSH). Dichos términos fueron: alfa-Tocoferol (*alpha-Tocopherol*), vitamina E (*vitamin E*), piel (*skin*), heridas y lesiones (*wounds and injuries*), y cicatrización de heridas (*wound healing*). Además, para su combinación se utilizó los operadores booleanos “OR” y “AND”.

## Estrategia de búsqueda

Para la búsqueda bibliográfica primero se analizó la Biblioteca Cochrane Plus, especializada en revisiones sistemáticas y la combinación de palabras clave utilizada fue la siguiente: alpha tocopherol OR vitamin e OR tocopheryl acetate AND wounds OR injuries AND wound healing AND skin, con fecha de publicación en la Biblioteca Cochrane Entre Jan 2013 y Dec 2023.

Posteriormente, para la búsqueda de artículos científicos se ha utilizado la misma combinación adaptada a las características de cada buscador:

**Web of Science:** TS= (alpha tocopherol OR vitamin e OR tocopheryl acetate) AND TS= (wounds OR injuries) AND TS= (wound healing) AND TS=(skin) Publication Date: 2013-01-01 to 2023-12-31

**PubMed:** (((alpha tocopherol [Title/Abstract] OR vitamin e [Title/Abstract] OR tocopheryl acetate [Title/Abstract]) AND (wounds [Title/Abstract] OR injuries [Title/Abstract])) AND (wound healing [Title/Abstract])) AND (skin [Title/Abstract]) Filters: in the last 10 years

**Science Direct:** Title, abstract, keywords: (alpha tocopherol OR vitamin e OR tocopheryl acetate) AND (wounds OR injuries) AND wound healing AND skin. Year: 2013-2023

**Scopus:** (Title-Abs-Key ("alpha tocopherol" OR "vitamin e" OR "tocopheryl acetate") AND Title-Abs-Key ("wounds" OR "injuries") AND Title-Abs-Key ("wound healing") AND Title-Abs-Key ("skin")) AND Pubyear > 2012 AND Pubyear < 2024

En ambos procesos de búsqueda las combinaciones se escribieron en la casilla de “búsqueda avanzada” y se puso como filtro la publicación en los últimos diez años.

### Proceso de selección de estudios

Después de realizar la búsqueda sistemática en las diferentes bases de datos, los resultados identificados fueron exportados al gestor de bibliografía RefWorks, para poder almacenar las referencias y eliminar los artículos duplicados.

Para seleccionar los artículos relevantes que se adecuasen al tema del trabajo, primero se realizó un cribado inicial con la lectura del título y el resumen. Posteriormente, se realizó una revisión a texto completo de los artículos para elegir aquellos que cumpliesen con los criterios de inclusión y que respondiesen a las medidas de desenlace establecidas en este trabajo.

Los criterios de inclusión y exclusión que se tomaron en cuenta para la selección fueron:

#### 1. Criterios de inclusión

- Tipos de estudios: revisiones sistemáticas, artículos científicos y estudios que incluyan el uso de la vitamina E de forma tópica y su combinación con otros materiales.
- Idiomas: español, inglés y portugués.
- Año de publicación: últimos 10 años.

#### 2. Criterios de exclusión

- Se excluyen artículos que no se centren en el manejo de heridas o en las funciones antioxidantes de la vitamina E.
- Se excluyen artículos centrados en el tratamiento de enfermedades orgánicas.
- Se excluyeron artículos que hablasen de la suplementación vía oral con vitamina E.

### Población

- Estudios “in vitro”: con líneas y cultivos celulares.
- Estudios “in vivo”: con experimentación animal.
- Ensayos clínicos: con participantes humanos.

### Tipo de intervención

- Establecimiento del acetato de vitamina E como terapia antioxidante para el tratamiento de heridas crónicas.
- Determinación de los factores que genera el estrés oxidativo en las heridas crónicas.
- Análisis de las características que aporta la aplicación de vitamina E acetato en la cicatrización de heridas.

### Medidas de desenlace/resultado

Los estudios se evaluaron en términos de:

- Resultado principal: eficacia de la vitamina E acetato en la estimulación de los bordes perilesionales en heridas crónicas.
- Resultados secundarios:
  - Efectos de la aplicación de vitamina E acetato como parte de la cura en ambiente húmedo.
  - Principales productos de mercado con vitamina E acetato.
  - Diferentes combinaciones de materiales bioactivos con alfa-tocoferol.
  - Integración de la aplicación de vitamina E acetato en el plan de cuidados de enfermería para una herida crónica.

## **Resultados**

### Resultados de la estrategia de búsqueda

#### Estudios excluidos

Según se refleja en la [Ilustración 1](#), la búsqueda en las bases de datos ofreció un total de 345 resultados, de los cuales 73 fueron eliminados por encontrarse duplicados o triplicados una vez exportados al gestor bibliográfico. Posteriormente, de esos 272 restantes, 234 fueron excluidos tras la lectura del título y resumen debido a que no aportaban información sobre la utilización de la vitamina E acetato en el tratamiento de heridas ni mencionaban características de esta. Por último, tras obtener 38 publicaciones para su revisión a texto completo, 23 de ellas fueron excluidas debido a que: 8 mencionaban otras sustancias antioxidantes diferentes a la vitamina E o esta sólo se describía dentro de un conjunto, 3 hablaban de otras terapias de curación de heridas distintas a la aplicación tópica, 4 más porque eran estudios en procesos celulares ajenos a la cicatrización de heridas y 8 porque aportaban información insuficiente.

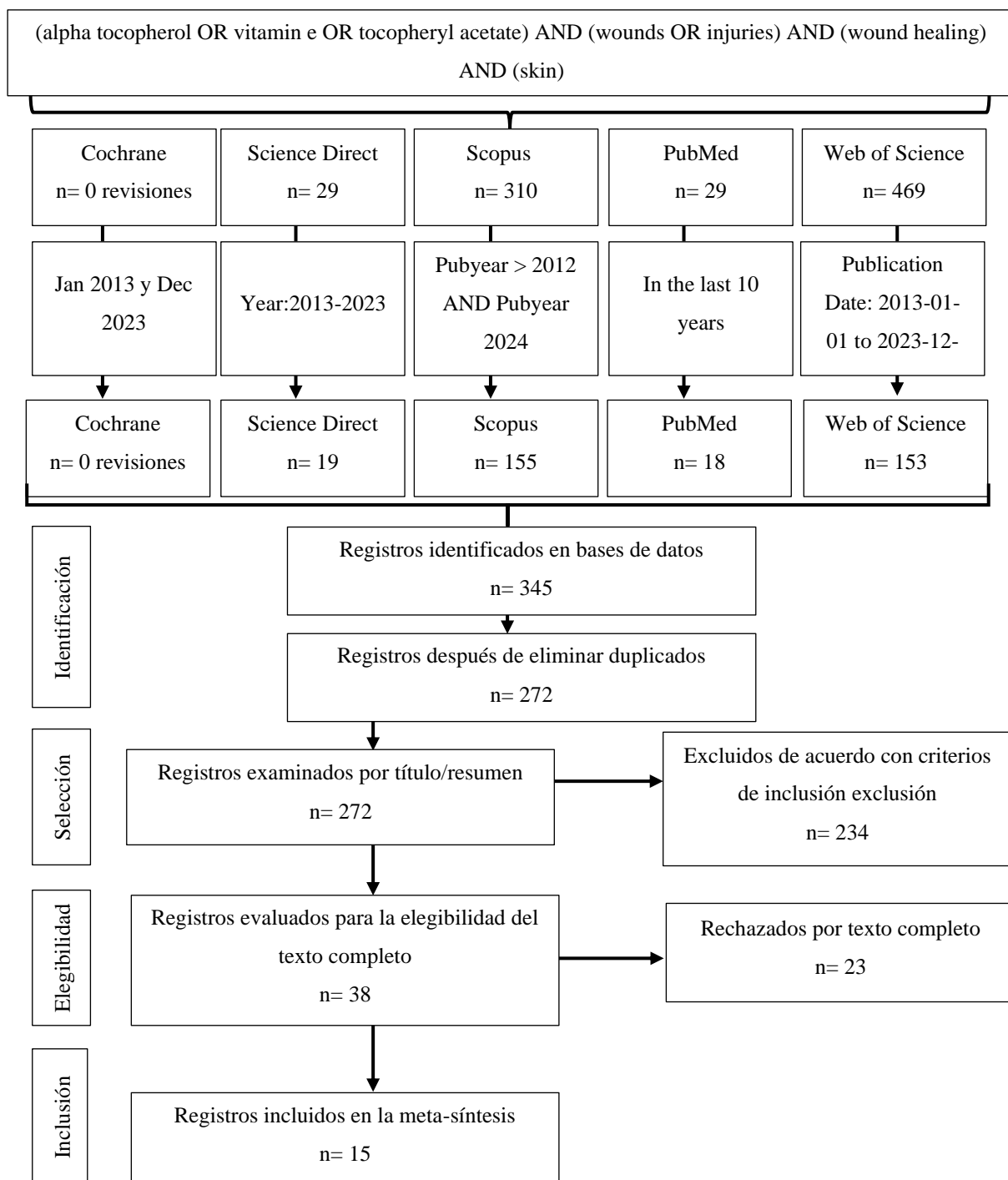


Ilustración 1. Gestión de la bibliografía. Diagrama de flujo

### Estudios incluidos

El total de artículos seleccionados y que cumplieron con los criterios de elegibilidad fueron 15, de los cuales 6 pertenecían a la base de datos Scopus, 5 a Medline, 3 a Web of Science y 1 a Science Direct. El análisis de contenido de estas publicaciones se puede observar en la [tabla 2](#).

Como resultado de la búsqueda preliminar y dada su relevancia, se consideró incluir la guía desarrollada por “Álvarez Vázquez et al. [15]” como recurso para la confección de los resultados.

### Resultados por objetivos

Para el objetivo principal “analizar la eficacia de la aplicación de vitamina E acetato en la estimulación de los bordes perilesionales en las heridas crónicas”, este trabajo analizó que, en los seres vivos, durante numerosos procesos bioquímicos y como resultado del metabolismo del oxígeno se generan radicales libres, unas moléculas inestables y muy reactivas que interactúan con los componentes celulares y cuya desregulación puede comprometer la integridad celular. Al conjunto de estos radicales se les denomina especies reactivas de oxígeno (ROS) y están presentes en condiciones fisiológicas y patológicas como el crecimiento, la proliferación, la diferenciación celular, los mecanismos antimicrobianos, las respuestas inflamatorias o la apoptosis celular. En condiciones patológicas, las ROS son producidas principalmente por las mitocondrias, generando una señalización celular inadecuada. Su impacto afecta principalmente a la epidermis y a la dermis y su producción aumenta cuando la piel se expone a la radiación ultravioleta B (UVB) y esta reacciona con el contenido de agua de la epidermis. La producción en exceso de especies reactivas de oxígeno sin mecanismos antioxidantes compensadores genera daños celulares, lo que se conoce como estrés oxidativo (OxS), que provoca problemas en la piel (aceleración en la formación de arrugas, pérdida de elasticidad, sequedad, susceptibilidad a la irritación) y problemas a nivel interno al interactuar con los lípidos y las proteínas celulares (desintegración en las membranas celulares, aumento de su permeabilidad, disminución del ARNm del colágeno, desregulación en la producción de metaloproteasas de la matriz (MMPs), apoptosis, mutaciones genéticas)[23].

Para combatir estas repercusiones sobre los tejidos la utilización de antioxidantes exógenos ayuda a disminuir el daño que producen los radicales libres al mantener estables los niveles de ROS en la herida y acelerar su cicatrización. La vitamina E actúa como antioxidante no enzimático de tipo liposoluble en la protección de las membranas celulares, protegiendo su estabilidad física, proporcionando defensa contra el daño tisular, aumentando y restaurando el nivel de enzimas antioxidantes como la catalasa o la peroxidasa, responsables de desintoxicar las ROS y disminuyendo los niveles de la enzima xantina oxidasa (XO), que produce radicales libres [19].

Además, para evitar el impacto que produce la radiación UVB y conseguir un tratamiento completo que regule reacciones intra y extracelulares existen estrategias que ayudan a que las moléculas pequeñas como la vitamina E penetren con precisión en las membranas celulares, un

ejemplo es la vitamina E dirigida a las mitocondrias que, a concentraciones bajas y gracias a sus propiedades antioxidantes, el acetato de alfa-tocoferol funciona como compuesto activo que impide la transmisión de luz a través de la membrana, siendo capaz de reducir la generación de ROS, aumentar la protección y proliferación de fibroblastos y células HaCat frente a los rayos UVB y mantener la integridad estructural y funcional de la membrana celular [16].

Por otro lado, respondiendo al mismo objetivo principal, este estudio determinó el impacto de las especies reactivas de oxígeno durante la fase proliferativa de la cicatrización y sus etapas (angiogénesis, contracción y epitelización) debido a que su afectación al proceso de reparación tisular puede retrasar la aproximación progresiva de los bordes perilesionales, un proceso que requiere de la formación de tejido de granulación mediante el aumento de fibroblastos y la deposición de colágeno que ayude a la contracción de la herida y a la reducción de su tamaño [25].

Con todo, existen situaciones que interrumpen este proceso, un ejemplo son las heridas diabéticas donde, al existir niveles elevados de glucosa en sangre se genera un aumento de radicales libres que afectan directamente al proceso de angiogénesis al provocar que los fibroblastos carezcan de capacidad proliferativa y presenten características morfológicas anormales como la ausencia de estructuras microtubulares lo que afecta negativamente a la migración y división celular [16].

La funcionalidad de la vitamina E en este caso influye al mejorar la circulación sanguínea y el endotelio protegiéndolo contra el daño oxidativo. Varios estudios sugieren que esto podría estar relacionado con la estimulación de la producción de factores de crecimiento que promueven la formación de nuevos vasos sanguíneos como el marcador CD34 cuya aparición se relaciona con la regeneración del tejido lesionado o el CD31 como marcador de nuevos capilares a partir de células preexistentes. Tres investigaciones que utilizaban la vitamina E como componente de apósitos bioactivos mostraron que en los grupos tratados con esta molécula ofrecían mejores resultados en comparación con los grupos de control como: aumento de la cantidad, densidad y maduración de vasos sanguíneos nuevos en las zonas defectuosas, mayor porcentaje de regeneración de la herida, proliferación epidérmica más parecida al tejido normal, generación de folículos pilosos y glándulas sebáceas y una mejora en la síntesis, deposición y maduración de fibras de colágeno. Un ejemplo de esto lo mostró un estudio que utilizando nanoemulsiones de  $\alpha$ -tocoferol encapsuladas en curcumina para el tratamiento de heridas diabéticas, el grupo tratado con dicho compuesto mostraba un porcentaje de reepitelización de un 96,47% a los 14 días de

tratamiento en comparación con un 60,89% del grupo de control, demostrando así mejoras en la cicatrización gracias al desarrollo de la epidermis debido a una rápida migración de las células epiteliales desde la membrana basal hasta la capa superior [16].

A consecuencia de los efectos de eliminar las ROS, la vitamina E también ofreció resultados positivos como sustancia antiinflamatoria al conseguir inhibir la transformación de monocitos en macrófagos M1 en el tejido de la herida y con la finalidad de conseguir una respuesta inflamatoria más leve que favoreciese facilitar la formación de tejido nuevo. Esto se muestra en un estudio que evaluaba la capacidad de un apósito cargado con vitamina E como principal antioxidante. Dicha investigación mostró que, en la detección de marcadores inflamatorios, el grupo tratado con el hidrogel presentaba menor número de glóbulos blancos, neutrófilos, linfocitos y monocitos en comparación con el grupo de control [30].

Para el objetivo secundario “Conocer los efectos de la aplicación de vitamina E acetato como parte de la cura en ambiente húmedo” este trabajo determinó que, la forma más prevalente y beneficiosa para las células humanas de vitamina E es el  $\alpha$ -tocoferol, que posee la suficiente estabilidad molecular como para poder usarse de forma tópica y absorberse adecuadamente gracias a sus propiedades lipofílicas y a su capacidad para incorporarse a las estructuras de la membrana celular y a los lípidos del cemento intercelular [23].

Los resultados obtenidos mostraron que la vitamina E se muestra como un compuesto con buena biodisponibilidad útil para la cicatrización de heridas ya que muestra una alta tasa de acumulación mayor en las capas más internas de la epidermis en comparación con las más superficiales. Además, debido a su naturaleza aceitosa es inmisible con el agua de tal manera que actúa como barrera a la evaporación de agua, pudiendo retenerla durante más tiempo y así evitar el secado de la membrana y su posterior contracción de tal forma que, gracias a su capacidad hidrofóbica, el lecho de la herida se mantiene en unas condiciones óptimas de humedad que favorecen la cicatrización. A mayores, como migra a las capas más superficiales de las membranas, contribuye a la protección de los ácidos grasos poliinsaturados asociados a las membranas celulares, como por ejemplo el omega 3, protegiéndolo contra la peroxidación lipídica [16].

Para el objetivo secundario “Describir los principales productos de mercado que contengan vitamina E acetato” este estudio detectó tres formulaciones diferentes que mostraron resultados positivos en cuanto a la disminución de la carga bacteriana y el dolor gracias a su capacidad antioxidante y antiinflamatoria [19].

Las bacterias, al penetrar en la herida atraen a los leucocitos, encargados de llevar a cabo la respuesta inflamatoria para facilitar la eliminación de la carga bacteriana. Los neutrófilos, como células inmunitarias, se infiltran en el lugar de la herida y suelen secretar una concentración adecuada de ROS y proteasas para ayudar a eliminar las bacterias y patógenos extraños. Si por el contrario se producen niveles excesivos y la descontaminación microbiana no resulta exitosa, la respuesta inmunitaria y el estado inflamatorio se desregulan y se prolongan dificultando el reclutamiento de células inmunitarias y aumentando los niveles de proteasas, ROS y citoquinas proinflamatorias que aumentarán los niveles de bacterias y endotoxinas, dificultando aún más su eliminación [25].

Un estudio en humanos para el tratamiento de infecciones por quemaduras ha aportado pruebas del efecto antimicrobiano de la vitamina E administrada por vía tópica en forma de Filme Olio® en comparación con medicamentos convencionales. Los resultados mostraron una reducción rápida del exudado y del dolor además de una disminución progresiva y más rápida de la carga bacteriana, obteniendo cultivos negativos al cabo de tres días de media de tratamiento. El mecanismo de acción se basó en la idea de que las esterases epidérmicas retiran el ácido acético del acetato de  $\alpha$ -tocoferol que puede actuar contra los microorganismos bajando el pH y creando un entorno sin agua inadecuado para su crecimiento y multiplicación. Por otro lado, también mostraron cambios en el tejido de granulación, volviéndose de color rojo claro, con menor cantidad de exudado, disminución del sangrado y reducción del dolor debido a la infección [19].

En segundo lugar, con respecto al dolor, un estudio prospectivo realizado con 60 pacientes evaluó los efectos de la realización de curas en zonas donantes de injertos de piel comparando la utilización de acetato de  $\alpha$ -tocoferol en forma de aceite (Vea Oil®) combinado con gasas tradicionales o con láminas finas de silicona y vitamina E (VeaSil®). Los resultados mostraron que, a pesar de que la diferencia en tiempo de cicatrización no fue significativa, el dolor en el grupo tratado con láminas de silicona fue menor debido a que las gasas tradicionales se adherían más al lecho de la herida en comparación con las impregnadas en acetato de  $\alpha$ -tocoferol cuyo reemplazo entre curas se realizaba de forma más espaciada y era menos traumático debido a la capacidad emoliente que poseen ambos compuestos y su capacidad para mantener húmedo el lecho de la herida [26].

Para el objetivo secundario “Identificar las diferentes combinaciones de materiales bioactivos con alfa-tocoferol” este trabajo examinó la unión de alfa-tocoferol como parte de

apósitos bioactivos (tabla 3) que, para que sean adecuados en el tratamiento de heridas deben poseer ciertas características que ayuden a que se produzca una cicatrización efectiva. Entre estos requisitos se encuentran: compatibilidad celular, no toxicidad, impermeabilidad a microorganismos exógenos, permeabilidad similar a la piel, adherencia óptima, resistencia a la tensión, tener una vida útil prolongada y permitir la circulación de oxígeno [16].

Tabla 3. Combinación de materiales bioactivos

Materiales	Resultados	
Alginato + alfa-tocoferol	Hidrogel	Propiedades termosensibles de fácil aplicación independientemente de la superficie y profundidad de la herida.
	Membranas	Naturaleza suave y elástica que imita a la epidermis.
Curcumina + alfa-tocoferol	Nano emulsiones que aumentaban la resistencia mecánica de la piel y mostraban un patrón de liberación de fármacos rápido y mantenido con una distribución homogénea.	
Sulfadiazina de plata+ alfa-tocoferol	Apósitos bioactivos dosis dependiente con capacidad de modulación para adaptarse al tratamiento de heridas combinado con el lisado de plaquetas como terapia biológica.	
Quitosano/alginate + alfa-tocoferol	Hidrogel de elevada resistencia mecánica, mínimo hinchamiento en agua, capacidad para incorporar proteínas en soluciones de pH neutro, buena compatibilidad tisular in vivo.	
Aloe vera + alfa-tocoferol	Películas poliméricas con gran superficie de aplicación, buena adhesión y manejables para cortarse y adaptarse al lugar de aplicación. Buena liberación de compuestos activos, resistencia y flexibilidad.	
Colágeno + vitamina C + alfa-tocoferol	Nanoemulsiones de agua en aceite reducían el daño cutáneo al mejorar la forma de la piel y disminuir su rugosidad. Presentan viscosidad adecuada para retener las moléculas bioactivas durante más tiempo, garantizando permeabilidad y buena liberación.	
Ácido hialurónico + alfa-tocoferol + dopamina + $\beta$ -ciclodextrina	Película biomimética con capacidad oclusiva alta y fuerza de adhesión elevada. Fácil retirada de la piel sin sensación de dolor ni residuos.	Ambos favorecen esterilidad, condiciones de hipoxia y microhidratación tisular.
Óxido de hierro+ ácido hialurónico+ dopamina + $\beta$ -ciclodextrina+ alfa-tocoferol	Hidrogel inyectable de formación in situ. Estructura gelificada con una integración completa en el momento de aplicación.	

Elaboración propia. Fuente: [16-18,20,24,27,29,30]

Para el objetivo secundario “Integrar la aplicación de vitamina E acetato en el plan de cuidados de enfermería para una herida crónica” este trabajo determinó que como parte de la toma de decisiones de los profesionales de enfermería, el diseño de un plan de cuidados estructurado en el manejo de heridas crónicas constituye una herramienta muy útil que ayuda a conocer todos los factores que pueden influir en la prevención, desarrollo y evolución de una herida y a realizar una valoración más integral e individualizada de cada paciente [15].

Como se mostró en los resultados de objetivos anteriores, existen numerosos factores que afectan a la cicatrización de las heridas crónicas y provocan un deterioro de la integridad cutánea al alterar las capas de la piel funcional y estructuralmente. Con el objetivo de evitar realizar una

valoración incompleta, en la práctica enfermera existe una forma sistemática y ordenada de realizar los planes de cuidados y es atendiendo al modelo de las 14 necesidades básicas de salud de Virginia Henderson donde el impacto de las heridas en la piel se evalúa en la octava necesidad de “mantener la higiene corporal y la integridad de la piel”. Para poder ejemplificarlo, se han formulado algunos diagnósticos, objetivos, intervenciones y actividades que podrían incluirse en un plan de cuidados enfermero utilizando las taxonomías NANDA (*North American Nursing Diagnosis Association*), NOC (*Nursing Outcomes Classification*), y NIC (*Nursing Interventions Classification*) representados en la [tabla 4](#) [15].

Tabla 4. Diagnósticos NANDA, resultados NOC e intervenciones NIC para una herida crónica

	NANDA	NOC e indicador	NIC	Actividades
Necesidad 8. Mantener la higiene corporal y la integridad de la piel	[00044] Deterioro de la integridad tisular m/p deterioro de la integridad cutánea r/c Conocimiento inadecuado del cuidador(a) sobre el mantenimiento de la integridad tisular.	[1101] Integridad tisular: piel y membranas mucosas. Indicador: [110115] Lesiones cutáneas (valoración en la escala 14 Grado de un estado o respuesta negativo o adverso).	[3584] Cuidados de la piel: tratamiento tópico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar un agente antiinflamatorio tópico a la zona afectada, si está indicado.</li> <li>- Aplicar emolientes a la zona afectada.</li> <li>- Inspeccionar diariamente la piel en personas con riesgo de pérdida de integridad de la misma.</li> </ul>
	[00046] Deterioro de la integridad cutánea m/p maceración de la piel r/c humedad excesiva.	[1103] Curación de la herida: por segunda intención. Indicador: [110311] Piel macerada (valoración en la escala 23B Extenso – Ninguno).	[3660] Cuidados de las heridas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar una crema adecuada en la piel/lesión, según corresponda.</li> <li>- Administrar cuidados de la úlcera cutánea, si es necesario.</li> <li>- Enseñar al paciente o a los familiares los procedimientos de cuidado de la herida.</li> </ul>
	[00312] Lesión por presión en el adulto m/p pérdida parcial del espesor de la dermis r/c presión sobre prominencia ósea.	[1101] Integridad tisular: piel y membranas mucosas. Indicador: [110115] Lesiones cutáneas (valoración en la escala 14 Grado de un estado o respuesta negativo o adverso).	[3520] Cuidados de las úlceras por presión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar el color, la temperatura, el edema, la humedad y el aspecto de la piel circundante.</li> <li>- Aplicar pomadas, según corresponda.</li> <li>- Aplicar un apósito adhesivo permeable a la úlcera, según corresponda.</li> <li>- Cambiar de posición cada 1-2 horas para evitar la presión prolongada.</li> </ul>

Elaboración propia. Fuente: [15]

## Discusión

Esta revisión muestra que la vitamina E acetato o acetato de  $\alpha$ - tocoferol es un compuesto derivado de la vitamina E que ofrece características beneficiosas para el tratamiento de heridas como estrategia terapéutica antioxidante. Se trata de un compuesto muy versátil y de fácil aplicación debido principalmente a sus características emolientes y la facilidad que posee para integrarse en las membranas celulares. Gracias a sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias

posee la capacidad de disminuir el daño oxidativo y las consecuencias que este desencadena en la piel, especialmente en el caso de heridas crónicas que son las que mayoritariamente se ven más afectadas por este fenómeno. Al ser capaz de estimular la angiogénesis y la proliferación celular, favorece que el transporte de nutrientes y oxígeno al lecho de la herida se desarrolle en mejores condiciones, consiguiendo un ambiente óptimo para la cicatrización y una reducción del tiempo necesario para lograrlo [21].

Tal y como se ha mostrado en estudios “in vitro”, este compuesto podría utilizarse en combinación con otros materiales (naturales o sintéticos) para el desarrollo de nuevas modalidades de apósitos con capacidad para adaptarse y crear un ambiente lo más fisiológico y parecido posible a las condiciones reales de la piel ofreciendo seguridad cutánea, bio y hemocompatibilidad con el objetivo de restablecer el daño causado por las heridas. Así pues, pudiendo presentarse en diferentes formas (hidrogeles, membranas poliméricas, nanoemulsiones, películas biomiméticas...) supone el desarrollo de productos nuevos y variados para el manejo de heridas. La sinergia resultante de unir diferentes compuestos se traduce en una estrategia de tratamiento unificada y más amplia, basada en las diferentes propiedades que aportan los materiales utilizados y la capacidad de manejo de estos. Un ejemplo podría ser el abordaje de heridas de fácil descompensación, como las diabéticas en las cuales, para su tratamiento, es fundamental mantener unos niveles adecuados de glucemia en sangre y, en muchos casos, a pesar de que ya se ha instaurado un tratamiento farmacológico utilizar un apósito que consiga disminuir el exceso de especies reactivas de oxígeno que se generan podría ser útil al disminuir su impacto y así evitar que la fase inflamatoria se prolongue en exceso [29].

El uso tópico de acetato de vitamina E también mostró buenos resultados en la gestión de recursos ofreciendo una relación coste/beneficio adecuada basada en la utilización de menor cantidad de material y la capacidad de este para ser más duradero en el tiempo. De esta forma, la calidad de vida de los pacientes aumenta al poder reducir dos aspectos; la frecuencia entre curas y el dolor durante los cambios. Debido a que se trata de compuestos maleables, su colocación y reemplazo resulta cómodo de realizar tanto para el paciente como para el profesional puesto que consiguen adaptarse a la forma y características del lecho de la herida ofreciendo una mayor protección del área afectada [19].

Cuando las heridas deterioran la integridad cutánea, se puede producir la entrada de patógenos al lecho de la herida (*pseudomonas aeruginosa*, *candida albicans*, *staphylococcus*

*epidermidis*...) que proliferan a expensas del debilitamiento de la piel y producen infecciones. Indirectamente, la utilización de vitamina E mostró buenos resultados para inactivar más rápido estos microorganismos al mejorar la proliferación de células inmunitarias y regular la cantidad de especies reactivas de oxígeno, evitando así que se produzca un desajuste en la respuesta ante la infección y por ende un daño celular mayor. Esto se ha podido observar en un ensayo clínico, donde los primeros cultivos negativos se observaron a los tres días en comparación con los ocho días que necesitó el tratamiento con medicación convencional [19].

Como parte de la cura en ambiente húmedo, realizar una correcta valoración de la piel perilesional es un factor muy importante a tener en cuenta a la hora de escoger el producto que más se adapte en cada caso. Así, por ejemplo, si la piel perilesional de una herida se encuentra macerada significa que hay un exceso de humedad y que el apósito utilizado no está absorbiendo la suficiente capacidad de exudado o, por el contrario, si se encuentra excesivamente seca y descamada es indicativo de que el apósito no consigue mantener unas condiciones adecuadas de humedad y está permitiendo la evaporación de agua y la disminución del exudado, lo que provoca que la membrana celular se seque y se produzca un retraso en la migración celular [15].

A través de las etapas del proceso de atención de enfermería (valoración, diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación) los profesionales prestan cuidados a los pacientes de forma dinámica e individualizada, estableciendo planes de cuidados que aborden las necesidades de cada paciente y ofrezcan intervenciones y actividades que cubran los problemas detectados. Para garantizar una continuidad en los cuidados en el tratamiento de heridas, previamente debe realizarse una valoración completa del paciente, determinar las situaciones que han propiciado la descompensación del proceso de curación y vigilar aquellos factores que pueden suponer un obstáculo para que la herida cicatrice adecuadamente. A mayores de esa valoración, para poder integrar la aplicación de acetato de vitamina E en los planes de cuidados enfermeros se debe analizar con detalle el tipo de lesión, su estado y el de la piel perilesional para planificar los cuidados a medida que evoluciona la herida. Esto, junto con una adecuada educación sanitaria a pacientes y cuidadores ayudará a mantener la higiene corporal y la integridad de la piel, fomentando el autocuidado [15].

## **Conclusión**

Tras el análisis de la evidencia científica seleccionada se puede observar que la utilización de vitamina E acetato en la estimulación de los bordes perilesionales resulta eficaz como estrategia terapéutica antioxidante. Pudiendo incluirse como tratamiento dentro de los planes de cuidados enfermeros, ayuda a proteger la piel y mantiene hidratados los bordes epiteliales de las heridas crónicas favoreciendo su aproximación y mejorando la integridad cutánea. Su combinación con otros materiales da como resultado la creación de nuevos productos que ofrecen buena compatibilidad y capacidad para adaptarse a los diferentes tipos de heridas. Aun así, de la cantidad de productos estudiados, solo tres de ellos se evaluaron en un contexto real y, a pesar de mostrar efectos beneficiosos, se necesitan más investigaciones que respalden los resultados.

## Bibliografía

- [1] Cacicedo González, R.; Castañeda Robles, C.; Cossío Gómez, F.; Delgado Uría, A.; Fernández Saíz, B.; Gómez España, M.V. et al. Manual de Prevención y Cuidados Locales de Heridas Crónicas. Servicio Cántabro de Salud, 1º edición, 2011 [consultado 30 noviembre 2022]; 223p. Disponible en: [Prevención y cuidados locales de heridas crónicas - GNEAUPP](#)
- [2] García Fernández, F.P.; López Casanova, P.; Segovia Gómez, T.; Soldevilla Agreda, J.J.; Verdú Soriano, J. Unidades Multidisciplinares de Heridas Crónicas: Clínicas de Heridas. Serie Documentos de Posicionamiento GNEAUPP nº 10. Grupo Nacional para Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas. Logroño: 2012 [consultado 30 nov. 2022]; 20p. Disponible en: [Unidades multidisciplinares de heridas crónicas: Clínicas de heridas - GNEAUPP](#)
- [3] Pancorbo Hidalgo, P.L.; García Fernández, F.P.; Pérez López, C.; Soldevilla Agreda, J.J. Prevalencia de lesiones por presión y otras lesiones cutáneas relacionadas con la dependencia en población adulta en hospitales españoles: resultados del 5º Estudio Nacional de 2017. Gerokomos. 2019;30(2):76-86. Disponible en: [5º ENP: Prevalencia de lesiones por presión y otras lesiones cutáneas relacionadas con la dependencia en población adulta en hospitales españoles: resultados del 5º Estudio Nacional de 2017 - GNEAUPP](#)
- [4] García Fernández, F.P.; Torra I Bou, J.E.; Soldevilla Agreda, J.J.; Pancorbo Hidalgo, P.L. Prevalencia de lesiones por presión y otras lesiones cutáneas relacionadas con la dependencia en centros de atención primaria de salud de España en 2017. Gerokomos. 2019;30(3):134-141. Disponible en: [5º ENP: Prevalencia de lesiones por presión y otras lesiones cutáneas relacionadas con la dependencia en centros de atención primaria de salud de España en 2017 - GNEAUPP](#)
- [5] Soldevilla Agreda, J.J.; García Fernández, F.P.; Rodríguez Palma, M.;Torra I Bou, J.E.; Pancorbo Hidalgo, P.L. Prevalencia de lesiones por presión y otras lesiones cutáneas relacionadas con la dependencia en residencias de mayores y centros sociosanitarios de España en 2017. Gerokomos. 2019;30(4):192-199. Disponible en: [5º ENP. Prevalencia de lesiones por presión y otras lesiones cutáneas relacionadas con la dependencia en residencias de mayores y centros sociosanitarios de España en 2017 - GNEAUPP](#)
- [6] Lanau Roig, A.; Fabrellas, N.; Sáez Rubio, G.; Wilson, K. Tiempo de cicatrización de las heridas crónicas, a propósito de un estudio de prevalencia e incidencia. Enferm. glob.

- [Internet]. 2017 [consultado 3 dic. 2022 ];16(2):445. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1695-61412017000200445](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412017000200445)
- [7] Tizón Bouza, E.; Pazos Platas, S.; Álvarez Díaz, M.; Marcos Espinos, M. P. Quintela Varela, M.E. Cura en ambiente húmedo en úlceras crónicas a través del Concepto TIME. Recomendaciones basadas en la evidencia. *Enferm. dermatol.* [Internet]. 2013 [consultado 11 oct. 2022];7(20):31–42. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4790049>
- [8] Reyes Rocha, B. L.; Álvarez Aguirre, A.; Arciniega Vega, K.F.; Barajas Pozos, A. Costo-beneficio de la terapia en ambiente húmedo versus terapia tradicional: el caso de un paciente con úlcera en la extremidad inferior. *Gerokomos* [Internet]. 2016 [consultado 13 oct. 2022 ];27(2):85–8. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-928X2016000200010&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2016000200010&lng=es).
- [9] Palomar Llatas, F.; Fomes Pujalte, B. Piel perilesional y tratamientos. *Enferm. Dermatol.* [Internet]. 2007 [consultado 13 oct. 2022]; 1(0):24–31. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4625378>
- [10] Torra Bou, J.E.; García Fernández, F.P.; Pérez Acevedo, G.; Sarabia Lavin, R.; Paras Bravo ,P.; Soldevilla Ágreda, J.J.; et al. El impacto económico de las lesiones por presión. Revisión bibliográfica integrativa. *Gerokomos* [Internet]. 2017 [consultado 4 dic. 2022];28(2):83–97. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-928X2017000200083](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2017000200083)
- [11] Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Madrid: INE. Índice de Envejecimiento por comunidad autónoma [consultado 4 dic. 2022]. Disponible en: <https://www.ine.es/uc/BCHZCN3B>
- [12] Oficina Estadística de las Comunidades Europeas [Internet]. Bruselas: EUROSTAT. Persons reporting a chronic disease, by disease, sex, age, and level of activity limitation. 2022 [consultado 6 dic. 2022]. Disponible en: [Statistics | Eurostat \(europa.eu\)](https://statistics.eurostat.eu)
- [13] Costumero García, M.; Cobo Mena, A.; De la Cruz Tomé, D.; Álvarez Madronal, R.; Fernández Morata, J.; Caballero, A.; et al. Crónica de heridas durante la primera ola de la pandemia de la COVID-19. *Rev. Enferm.* [Internet]. 2021 [consultado 24 oct. 2022];44(10):8–20. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8140763>

- [14] Conde Pájaro, M. La repercusión del tratamiento de heridas crónicas con cura en ambiente húmedo en el gasto sanitario de Galicia [Internet]. GNEAUPP. 2022 [consultado 1 nov. 2022]. Disponible en: <https://gneaupp.info/la-repercusion-del-tratamiento-de-heridas-cronicas-con-cura-en-ambiente-humedo-en-el-gasto-sanitario-de-galicia/>
- [15] Álvarez Vázquez , J.C; Arantón Areosa, L.; Calvo Pérez, A.I.; Castro Prado, J.; Delgado Fernández, R.; Fernández Segade, J.; et al. Cuidados y registros de enfermería en la prevención y tratamiento del deterioro de la integridad cutánea y tisular [Internet]. 1ªed. Madrid: Difusión Avances de Enfermería (DAE); 2011 [consultado 25 abr. 2023]; 380p. Disponible en: [Coidados e rexistros de enfermería na prevención e tratamento da deterioración da integridade cutánea e tisular - Información \(sergas.gal\)](#)
- [16] Afrin Shefa, A.; Park, M.; Gwon, J.G; Lee, B.T. Alpha tocopherol-Nanocellulose loaded alginate membranes and Pluronic hydrogels for diabetic wound healing. Mater. Des. [Internet]. 2022 [consultado 30 mar. 2023]; 224. Disponible en: [Alpha tocopherol-Nanocellulose loaded alginate membranes and Pluronic hydrogels for diabetic wound healing - ScienceDirect](#)
- [17] Ali, M.; Khan, N.R.; Subhan, Z.; Mehmood, S.; Amin, A.; Rabbani, I.; et al. Novel Curcumin-Encapsulated Alpha-Tocopherol Nanoemulsion System and Its Potential Application for Wound Healing in Diabetic Animals. Biomed Research International [Internet]. 2022 [consultado 11 abr. 2023]; 2022:7669255. Disponible en: [Novel Curcumin-Encapsulated alpha-Tocopherol Nanoemulsion System and Its Potential Application for Wound Healing in Diabetic Animals-Web of Science Core Collection \(usc.gal\)](#)
- [18] Bonferoni, M.C.; Sandri, G.; Rossi, S.; Delleria, E.; Invernizzi, A.; Boselli, C. ; et al. Association of Alpha Tocopherol and Ag Sulfadiazine Chitosan Oleate Nanocarriers in Bioactive Dressings Supporting Platelet Lysate Application to Skin Wounds. Mar. Drugs. [Internet]. 2018 [consultado 6 abr. 2023]; 16(2):56. Disponible en: [Association of Alpha Tocopherol and Ag Sulfadiazine Chitosan Oleate Nanocarriers in Bioactive Dressings Supporting Platelet Lysate Application to Skin Wounds - PubMed \(nih.gov\)](#)
- [19] Di Lonardo, A.; De Rosa, M.; Graziano, A.; Pascone, C.; Lucattelli, E. Effectiveness of topical  $\alpha$ -Tocopherol Acetate in burn infection treatment. Ann. Burns. Fire. Disasters. [Internet]. 2019 [consultado 31 mar. 2023] ;32(4):282-288. Disponible en: [Effectiveness of topical  \$\alpha\$ -Tocopherol Acetate in burn infection treatment - PubMed \(nih.gov\)](#)

- [20] Ehterami, A.; Salehi, M.; Farzamfar, S.; Samadian, H.; Vaez, A.; Ghorbani, S.; et al. Chitosan/alginate hydrogels containing Alpha-tocopherol for wound healing in rat model. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* [Internet]. 2019 [consultado 6 abr. 2023]; 51: 204-213. Disponible en: [Chitosan/alginate hydrogels containing Alpha-tocopherol for wound healing in rat model-Web of Science Core Collection \(usc.gal\)](#)
- [21] Hu, H.; Tang, Y.; Pang, L.; Lin, C.; Huang, W.; Wang, D.; et al. Angiogenesis and Full-Thickness Wound Healing Efficiency of a Copper-Doped Borate Bioactive Glass/Poly(lactic-co-glycolic acid) Dressing Loaded with Vitamin E in Vivo and in Vitro. *ACS Appl. Mater. Interfaces* [Internet]. 2018 [consultado 6 abr. 2023]; 10(27):22939-22950. Disponible en: [Angiogenesis and Full-Thickness Wound Healing Efficiency of a Copper-Doped Borate Bioactive Glass/Poly \(lactic- co-glycolic acid\) Dressing Loaded with Vitamin E in Vivo and in Vitro - PubMed \(nih.gov\)](#)
- [22] Kim, W.S; Kim, I.; Kim, W.K.; Choi, J.Y.; Kim, D.Y, Moon, S.G.; et al. Mitochondria-Targeted Vitamin E Protects Skin from UVB-Irradiation. *Biomol. Ther.* [Internet]. 2016 [consultado 4 abr. 2023]; 24 (3): 305-311. Disponible en: [Mitochondria-Targeted Vitamin E Protects Skin from UVB-Irradiation-Web of Science Core Collection \(usc.gal\)](#)
- [23] Michalak, M. Plant-Derived Antioxidants: Significance in Skin Health and the Ageing Process. *Int. J. Mol. Sci.* [Internet]. 2022 [consultado 30 mar. 2023]; 23 (2). Disponible en: [Scopus - Document details - Plant-Derived Antioxidants: Significance in Skin Health and the Ageing Process | Signed in](#)
- [24] Pereira, G.G.; Guterres, S.S.; Balducci, A.G.; Colombo, P.; Sonvico, F. Polymeric films loaded with vitamin E and aloe vera for topical application in the treatment of burn wounds. *Biomed. Res. Int.* [Internet]. 2014 [consultado 30 mar. 2023] ;2014: 641590. Disponible en: [Polymeric films loaded with vitamin E and aloe vera for topical application in the treatment of burn wounds - PubMed \(nih.gov\)](#)
- [25] Schilrreff, P.; Alexiev, U. Chronic Inflammation in Non-Healing Skin Wounds and Promising Natural Bioactive Compounds Treatment. *Int. J. Mol. Sci.* [Internet] 2022 [consultado 31 mar. 2023]; 23 (9): 4928. Disponible en: [Scopus - Document details - Chronic Inflammation in Non-Healing Skin Wounds and Promising Natural Bioactive Compounds Treatment \(usc.gal\)](#)

- [26] Stanizzi, A.; Bottoni, M.; Tartaglione, C.; Bolletta, E.; Di Benedetto, G. Associated use of silicone–vitamin E gauzes and  $\alpha$ -tocopherol acetate oil in healing of skin graft donor sites. *Int. Wound. J.* [Internet]. 2017 [consultado 12 abr. 2023]; 14(5):813-817. Disponible en: [Scopus - Document details - Associated use of silicone–vitamin E gauzes and  \$\alpha\$ -tocopherol acetate oil in healing of skin graft donor sites | Signed in](#)
- [27] Yousry, C.; Saber, M.M.; Abd-Elsalam, W.H. A Cosmeceutical Topical Water-in-Oil Nanoemulsion of Natural Bioactives: Design of Experiment, in vitro Characterization, and in vivo Skin Performance Against UVB Irradiation-Induced Skin Damages. *Int. J. Nanomed.* [Internet]. 2022 [consultado 4 abr. 2023]; 17:2995-3012. Disponible en: [Scopus - Document details - A Cosmeceutical Topical Water-in-Oil Nanoemulsion of Natural Bioactives: Design of Experiment, in vitro Characterization, and in vivo Skin Performance Against UVB Irradiation-Induced Skin Damages | Signed in](#)
- [28] Zahid, S.; Khalid, H.; Ikram, F.; Iqbal, H.; Samie, M.; Shahzadi, L.; et al. Bi-layered  $\alpha$ -tocopherol acetate loaded membranes for potential wound healing and skin regeneration. *Mater. Sci. Eng. C.* [Internet]. 2019 [consultado 11 abr. 2023]; 101:438-447 Disponible en: [Scopus - Document details - Bi-layered  \$\alpha\$ -tocopherol acetate loaded membranes for potential wound healing and skin regeneration | Signed in,](#)
- [29] Zhang, D.; Cai, G.; Mukherjee, S.; Sun, Y.; Wang, C.; Mai, B. ; et al. Elastic, Persistently Moisture-Retentive, and Wearable Biomimetic Film Inspired by Fetal Scarless Repair for Promoting Skin Wound Healing. *ACS Appl. Mater. Interfaces* [Internet]. 2020 [consultado 12 abr. 2023]; 12(5):5542-5556 Disponible en: [Scopus - Document details - Elastic, Persistently Moisture-Retentive, and Wearable Biomimetic Film Inspired by Fetal Scarless Repair for Promoting Skin Wound Healing | Signed in](#)
- [30] Zhang, D.; Wang, B.; Sun, Y.; Wang, C.; Mukherjee, S.; Yang, C.; et al. Injectable Enzyme-Based Hydrogel Matrix with Precisely Oxidative Stress Defense for Promoting Dermal Repair of Burn Wound. *Macromol. Biosci.* [Internet]. 2020 [consultado 31 mar. 2023]; 20 (6). Disponible en: [Injectable Enzyme-Based Hydrogel Matrix with Precisely Oxidative Stress Defense for Promoting Dermal Repair of Burn Wound - PubMed \(nih.gov\)](#)

## Anexo

Tabla 2. Estudios incluidos

Estudio	Fuente	Tipo de estudio	Título	Muestra	Metodología	Principales resultados
Afrin Shefa, A., et al. [16]	Science Direct	In vitro e in vivo	Alpha tocopherol-Nanocellulose loaded alginate membranes and Pluronic hydrogels for diabetic wound healing.	In vitro: fibroblastos L929. In vivo: Modelo ratas diabéticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morfología y propiedades fisicoquímica de hidrogeles termosensibles y de membranas de alginato.</li> <li>- Cambios de peso y liberación de <math>\alpha</math>-tocopherol.</li> <li>- Estudio biocompatibilidad: MTT.</li> <li>- Estudios in vivo en animales diabéticos.</li> </ul>	El uso de vitamina E acelera la cicatrización in vivo y favorece la angiogénesis en el tratamiento de heridas diabéticas.
Ali, M., et al. [17]	WoS	In vitro e in vivo	Novel Curcumin-Encapsulated $\alpha$ -Tocopherol Nanoemulsion System and Its Potential Application for Wound Healing in Diabetic Animals.	In vitro: Células de Franz. In vivo: ratas Sprague-Dawley de 3 meses de edad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efecto antioxidante: DPPH.</li> <li>- Efecto antimicrobiano: MIC.</li> <li>- Inducción de la diabetes, inflicción de heridas y análisis de la contracción.</li> <li>- Ensayo microbiano: Muhammad's.</li> <li>- Análisis termal: DSC.</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	Nanoemulsiones de curcumina y vitamina E que ofrecen efecto antimicrobiano, antioxidante e hipoglucémico al reducir ROS. También se aceleró la regeneración celular y el cierre de la herida.
Bonferoni, M.C., et al. [18]	PubMed	In vitro e in vivo	Association of Alpha Tocopherol and Ag Sulfadiazine Chitosan Oleate Nanocarriers in Bioactive Dressings Supporting Platelet Lysate Application to Skin Wounds.	Cultivos celulares de fibroblastos y modelo de herida murino.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación y características del apósito.</li> <li>- Viabilidad celular: Neutral Red y BrdU.</li> <li>- Evaluación en heridas en rata.</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	La encapsulación de la vitamina E ofreció al apósito capacidad hidrofóbica y protectora frente a la desnaturalización. Se puede modificar la dosis de encapsulación.
Di Lonardo, A., et al. [19]	PubMed	Ensayo clínico	Effectiveness of topical a-tocopherol acetate in burn infection treatment	20 pacientes con heridas por quemaduras medias y profundas entre 25 y 72 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de exudado, dolor, reepitelización retardada, ausencia de necrosis tisular y/o sepsis.</li> <li>- Evaluación de la carga bacteriana.</li> </ul>	El grupo tratado con vitamina E presentó menos dolor y menor tasa de infección. La vitamina E estimula el tejido de granulación y la epitelización.

Ehterami, A., et al. [20]	WoS	In vitro e in vivo	Chitosan/alginate hydrogels containing Alpha-tocopherol for wound healing in a rat model.	Línea celular fibroblástica murina L929.  Estudios in vivo: 36 ratas Wistar machos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabricación y características del hidrogel.</li> <li>- Estudios morfológicos: SEM.</li> <li>- Estudios de inflamación: PBS.</li> <li>- Liberación de vit E: Espectroscopia UV.</li> <li>- Análisis de la pérdida de peso.</li> <li>- Estudios de viabilidad celular MTT.</li> <li>- Evaluación in vivo modelo de herida por escisión.</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	La aplicación tópica de hidrogeles que contienen vitamina E mostró una mayor proliferación celular (dosis dependiente). Proporcionaron un mayor porcentaje de cierre de la herida y actúa como inhibidor de la oxidación lipídica y antiinflamatorio.
Hu, H., et al. [21]	PubMed	In vitro e in vivo	Angiogenesis and Full-Thickness Wound Healing Efficiency of a Copper-Doped Borate Bioactive Glass/Poly (lactic-co-glycolic acid) Dressing Loaded with Vitamin E in Vivo and in Vitro.	Líneas celulares HUVECs y 30 ratas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación y características del apósito.</li> <li>- Biocompatibilidad y angiogénesis in vitro.</li> <li>- Evaluación de la cicatrización in vivo.</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	Creación de un apósito de liberación controlada con baja toxicidad celular que aumentó la angiogénesis, la regeneración celular y proliferación de colágeno y fibroblastos.
Kim, W.S., et al. [22]	WoS	In vitro e in vivo	Mitochondria-Targeted Vitamin E Protects Skin from UVB-Irradiation.	Fibroblastos humanos (HDFs) y queratinocitos (HaCaT).  In vivo: ratones albinos de 16 semanas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de proliferación y viabilidad celular: MTT.</li> <li>- Medición protección UVB.</li> <li>- Medición generación ROS celulares: mito-sox y DCF-DA.</li> <li>- Análisis Western blot.</li> <li>- RT-PCR.</li> <li>- Experimento de cicatrización de heridas.</li> <li>- Análisis estadístico: t-student.</li> </ul>	La vitamina E dirigida a las mitocondrias favoreció la protección UVB al disminuir la producción de ROS. Aumentó la proliferación de fibroblastos y la producción de colágeno.
Michalak, M. [23]	Scopus	Revisión	Plant-Derived Antioxidants: Significance in Skin Health and the Ageing Process.	184 artículos.	Plantas aromáticas y medicinales como fuente de sustancias antioxidantes y su papel en la salud de la piel y el proceso de envejecimiento.	Mecanismos fisiológicos que cumplen los antioxidantes en la piel. La vitamina E previene la peroxidación lipídica y reduce los radicales libres.

Pereira, G.G., et al. [24]	PubMed	In vitro e in vivo	Polymeric Films Loaded with Vitamin E and Aloe vera for Topical Application in the Treatment of Burn Wounds.	In vitro: células Franz modificadas.  In vivo: 2 hombres y 3 mujeres entre 26 y 37 años.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación y caracterización de las películas poliméricas.</li> <li>- Ensayo de acetato de vitamina E: HPLC.</li> <li>- Análisis microscópico: fuerza atómica, electrónico de barrido.</li> <li>- Evaluación mecánica.</li> <li>- Estudios de liberación in vitro.</li> <li>- In vivo: eliminación de estrato córneo mediante tiras de cinta adhesiva tras aplicación tópica.</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	Se realizaron pruebas en piel intacta para observar la liberación controlada de vitamina E en el estrato córneo. La combinación mostró mejor capacidad de adaptación para facilitar la llegada de vitamina E a las capas más profundas y la reducción de la respuesta inflamatoria.
Schilrreff, P., et al. [25]	Scopus	Revisión	Chronic Inflammation in Non-Healing Skin Wounds and Promising Natural Bioactive Compounds Treatment.	219 artículos	Papel del sistema inmunitario, la implicación de mediadores inflamatorios y especies de oxígeno reactivas, la complicación de las infecciones bacterianas en la cicatrización de heridas crónicas y el potencial aún poco explorado de los compuestos bioactivos naturales en el tratamiento de heridas.	Heridas crónicas y sus causas. Explica células implicadas en la cicatrización y cómo se puede descompensar. Clasificación de los antioxidantes y explicación de su capacidad antiinflamatoria y antibacteriana.
Stanizzi, A., et al. [26]	Scopus	Estudio prospectivo	Associated use of silicone–vitamin E gauzes and $\alpha$ -tocopherol acetate oil in healing of skin graft donor sites.	60 pacientes que requirieron STSG de entre 9 y 82 años.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio prospectivo.</li> <li>- Edad, trastornos sistémicos.</li> <li>- Tiempo cicatrización, infección y dolor (VAS).</li> <li>- Contaminación bacteriana.</li> </ul>	Los pacientes tratados con vitamina E presentaron menores niveles de dolor, menor gasto en el ventaje y mayor adherencia terapéutica.
Yousry, C., et al. [27]	Scopus	In vitro e in vivo	A Cosmeceutical Topical Water-in-Oil Nanoemulsion of Natural Bioactives: Design of Experiment, in vitro Characterization, and in vivo Skin Performance Against UVB Irradiation-Induced Skin Damages.	Líneas celulares: Fibroblastos (HFB4) y fibroblastos de riñón de hámster bebé (BHK)  In vivo: ratas Wistar macho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización in vitro: determinación GS y PDI, claridad óptica, medidas reológicas, TEM y pH, estabilidad.</li> <li>- Estudios in vitro: viabilidad celular (SRB), estudios de cicatrización por rayado.</li> <li>- Estudios in vivo: CLSM, NE optimizada como agente protector contra el daño cutáneo inducido por la irradiación UVB.</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	La radiación UVB produce ROS y genera daños celulares. La vitamina E aumenta la capacidad protectora de la epidermis, actúa como agente oleoso con capacidad tensoactiva y favorece la retención de agua para mantener el control del exudado. Además, ayuda a la fijación de fibroblastos y la producción de colágeno.

Zahid, S., et al. [28]	Scopus	In vitro	Bi-layered $\alpha$ -tocopherol acetate loaded membranes for potential wound healing and skin regeneration.	Líneas celulares de ratones (NIH3T3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades estructurales químicas: FTIR</li> <li>- Estudios de degradación in vitro</li> <li>- Estudios de liberación in vitro de VE: PBS como medio de liberación</li> <li>- Morfología y adhesión celular: análisis SEM</li> <li>- Cinética de liberación de fármacos: espectrofotómetro UV-vis</li> <li>- Estudios celulares: proliferación, adhesión, cicatrización, angiogénesis (CAM)</li> <li>- Análisis estadístico: t-student</li> </ul>	Se sintetizaron membranas electrohiladas para imitar la matriz extracelular. La utilización de vitamina E aumentó el diámetro de las fibras, la hidrofobicidad y favoreció la migración celular y la angiogénesis.
Zhang, D., et al. [29]	Scopus	In vitro e in vivo	Elastic, Persistently Moisture Retentive, and Wearable Biomimetic Film Inspired by Fetal Scarless Repair for Promoting Skin Wound Healing.	36 ratones BALB/c hembra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Síntesis y fabricación del compuesto</li> <li>- Experimentos de reparación de heridas in vivo.</li> <li>- Evaluación histológica: tinción de secciones, inmunoabsorción ligada a enzimas (ELISA) y ensayos bioquímicos.</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	Desarrollo de una película biomimética simulando un contexto fetal en el lecho de la herida que favorezca la cicatrización. Aumenta la capacidad de retener agua y se consigue unas condiciones más fisiológicas que favorezcan la hemostasis y la autocuración.
Zhang, D., et al. [30]	PubMed	In vitro e in vivo	Injectable Enzyme-Based Hydrogel Matrix with Precisely Oxidative Stress Defense for Promoting Dermal Repair of Burn Wound	Fibroblastos NIH-3T3 de ratones  Estudios in vivo: ratones BALB/c	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Síntesis y fabricación</li> <li>- Análisis viscoelástico: reómetro de tensión controlada.</li> <li>- In vitro: ensayo antioxidante, citotoxicidad y viabilidad celular</li> <li>- Generación de ROS: reactivo DCFH-DA.</li> <li>- Análisis apoptosis celular: citometría de flujo.</li> <li>- Actividad antioxidante de enzimas celulares: Medición de contenido en proteína (BSA).</li> <li>- In vivo: modelo de herida por quemadura y examen histológico</li> <li>- Análisis estadístico: ANOVA.</li> </ul>	Una matriz de hidrogel para prevenir el daño oxidativo favoreció un ambiente de cicatrización adecuado reduciendo la inflamación, infección, apoptosis celular y aumentando la hidratación y la reepitelización.