



MISAE ACOSTA
INSTITUTO UNIVERSITARIO

**“POTENCIAL DE TREMELLA FUCIFORMIS (HONGO DE NIEVE)
EN EL DAÑO CUTÁNEO Y LA HIPERPIGMENTACIÓN INDUCIDOS
POR RADIACIÓN UV”**

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Tecnólogo
Superior en Estética Integral**

Autora:

GRACE NICOLE CARRERA RIVERA

Tutora:

TNLGA. PHAMMELA JOSE RIVERA TAMAYO

RIOBAMBA, 2026



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Grace Nicole Carrera Rivera, autora de la presente investigación, con cédula de ciudadanía N.º 0606027555, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de titulación titulado “Potencial de Tremella fuciformis (hongo de nieve) en el daño cutáneo y la hiperpigmentación inducidos por radiación UV” es de mi autoría, es original y no es producto de plagio o copia. Por tanto, constituye un documento único elaborado de acuerdo con los principios de la investigación científica. El patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece al Instituto Superior Tecnológico Dr. Misael Acosta Solís.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad.

Riobamba, __ Julio de 2026

Grace Nicole Carrera Rivera
C.C. 0606027555



ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 22 de Mayo de 2026

Yo, Phammela José Rivera Tamayo, en calidad de tutora, certifico que la estudiante Grace Nicole Carrera Rivera, del año lectivo 2025–2026, ha trabajado bajo mi orientación en el desarrollo del trabajo de titulación “Potencial de Tremella fuciformis (hongo de nieve) en el daño cutáneo y la hiperpigmentación inducidos por radiación UV”. Certifico que el documento cumple con los requisitos académicos, legales y tecnológicos establecidos por la institución; en virtud de ello, se asigna la calificación de ____/10, con ____ % de coincidencia en el sistema de similitud académica institucional, para los fines pertinentes.

Atentamente,

Tnlga. Phammela Jose Rivera Tamayo
C.C. 0605572403



ACTA DE EVALUACIÓN

Riobamba, 24 de Julio de 2026.

El tribunal de Evaluación del Trabajo de Titulación, previa la obtención del título de
TECNÓLOGO SUPERIOR EN ESTÉTICA INTEGRAL

POR CONSENSO ADJUNTA LA CALIFICACIÓN DE:

.....

Al Trabajo de Titulación: “POTENCIAL DE TREMELLA FUCIFORMIS (HONGO DE NIEVE) EN EL DAÑO CUTÁNEO Y LA HIPERPIGMENTACIÓN INDUCIDOS POR RADIACIÓN UV”.

AUTOR: GRACE NICOLE CARRERA RIVERA.

TUTOR: TNLGA. PHAMMELA JOSE RIVERA TAMAYO

Código de proyecto N.º.....

Por el TRIBUNAL.

f.....

Por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN.

f.....

DEDICATORIA

A mi madre, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y perseverancia, y por acompañarme siempre con su apoyo incondicional. Gracias por cada enseñanza, sacrificio y palabra de aliento que me permitieron llegar hasta este momento.

A una persona especial que, con su presencia, apoyo y confianza, hizo este camino más llevadero y me recordó la importancia de seguir adelante incluso en los momentos difíciles. Gracias por formar parte de este proceso y acompañarme en cada paso.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos, orientación y experiencias, contribuyendo a mi formación académica y profesional.

Y a mí misma, por la constancia, dedicación y esfuerzo que hicieron posible alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi madre por su apoyo incondicional, su comprensión y la confianza que siempre ha depositado en mí.

A esa persona especial que estuvo presente durante este proceso, brindándome compañía, ánimo y apoyo en los momentos en que más lo necesité.

A mis docentes, por su guía, paciencia y conocimientos, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación y para mi crecimiento académico.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi formación y al cumplimiento de este objetivo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
ACTA DE EVALUACIÓN	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
1. RESUMEN	XII
2. PALABRAS CLAVE.....	XII
3. ABSTRACT.....	XIII
4. KEYWORDS.....	XIII
5. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
6.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	4
Pregunta de investigación.....	4
6.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	5
6.3. BASES DE DATOS Y ECUACIONES DE BÚSQUEDA.....	6
6.4. PROCESO DE SELECCIÓN DE ARTÍCULOS.....	6
7. RESULTADOS.....	8
Selección de los estudios.....	8
Características generales de la evidencia.....	10
Hidratación y función de barrera	13
Actividad antioxidante y fotoprotección	13
Colágeno, fotoenvejecimiento e inflamación	14
Melanogénesis e hiperpigmentación	14

Síntesis por desenlace	15
Valoración crítica de los estudios.....	17
8. DISCUSIÓN	19
Hidratación y barrera: hallazgo más consistente	19
Colágeno y fotoenvejecimiento	20
Hiperpigmentación: evidencia todavía insuficiente	20
Seguridad y aplicación estética	21
Limitaciones de la revisión	21
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	22
CONCLUSIONES	22
RECOMENDACIONES	23
10. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	24
11. BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXOS	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2:	4
Tabla 3:	5
Tabla 4:	6
Tabla 5.....	11
Tabla 6.....	12
Tabla 7.....	15
Tabla 8:	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de selección de estudios	9
Figura 2: Distribución de los estudios según el diseño	10
Figura 3: Mapa de mecanismos propuestos y nivel de evidencia	16
Figura 4: Número de estudios por desenlace cutáneo	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 2	1
Anexo 3	1
Anexo 4	4
Anexo 5	5

1. RESUMEN

La exposición repetida a la radiación ultravioleta favorece la formación de especies reactivas de oxígeno, la inflamación, la pérdida de agua, la degradación del colágeno y las alteraciones en la producción de melanina. El objetivo es analizar la evidencia científica sobre el posible efecto protector/despigmentante de *Tremella fuciformis* (hongo de nieve) contra la radiación UV en la piel. Método: se realizó un estudio integrador mediante una búsqueda estructurada en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus, SciELO, LILACS y Google Scholar de artículos publicados entre 2015 y 2025, y en las referencias de los artículos encontrados. La búsqueda dio un resultado de 31 artículos, de los que tras eliminar 9 duplicados, se revisaron 22. De estos, se incluyeron 11 artículos originales para el metaanálisis: 5 in vitro, 3 en animales, 1 preclínico mixto y 2 en voluntarios sanos. Se observaron 6 con propiedades antioxidantes o fotoprotectoras, 8 con propiedades hidratantes o de función barrera y 5 con propiedades sobre el colágeno o fotoenvejecimiento. La melanogénesis se ha medido en un solo estudio, que encontró disminución de los niveles de melanina y tirosinasa en las células B16F10. Los dos ensayos clínicos en humanos informaron sobre la hidratación, la pérdida transepidérmica de agua y la tolerancia, pero no sobre la fotoprotección ni el efecto despigmentante. Los resultados sugieren que *Tremella fuciformis* tiene potencial como cosmético por sus propiedades hidratantes y antioxidantes, aunque la evidencia en fotoprotección y despigmentación es escasa. Se necesitan ensayos controlados en poblaciones grandes y con seguimiento, extractos de *T. fuciformis* estandarizados y mediciones objetivas de los cambios en la pigmentación antes de poder recomendarlo como un tratamiento específico.

2. PALABRAS CLAVE

Tremella fuciformis, radiación ultravioleta, daño cutáneo, hiperpigmentación, antioxidantes, hidratación cutánea.

3. ABSTRACT

Repeated exposure to ultraviolet radiation promotes reactive oxygen species formation, inflammation, water loss, collagen degradation, and alterations in melanin production within skin cells. This study aimed to analyze the scientific evidence on the potential of *Tremella fuciformis* (snow mushroom) to prevent or reduce UV-related skin damage and hyperpigmentation. An integrative review was conducted through a structured search for articles published between 2015 and 2025 in PubMed/MEDLINE, Scopus, SciELO, LILACS, and Google Scholar, supplemented by reference tracking. Of the 31 returned records, after excluding nine duplicates, 22 were screened for inclusion. Eleven primary studies were identified which included five in vitro, three animal studies, one mixed preclinical study, and two human volunteer studies. Seven studies investigated antioxidant or photoprotective effects, eight examined hydration or barrier function, and five examined collagen or photoaging. Only one study examined melanogenesis, and found reduced melanin and tyrosinase levels in the B16F10 cell line, in addition to other effects on cells reported in our review. On the basis of two small human studies assessing hydration, transepidermal water loss, and tolerability (but not clinical photoprotection or depigmenting effects), *Tremella fuciformis* has been suggested as a potential cosmetic moisturizer with antioxidant effects, but the evidence is insufficient to show clinical photoprotection and depigmenting effects. Controlled studies with adequate sample size, improved standardization of extracts, increased follow up time and objective measurements of pigmentation are needed before this ingredient can be recommended for UV-induced skin changes.

4. KEYWORDS

Tremella fuciformis, ultraviolet radiation, skin damage, hyperpigmentation, antioxidants, skin hydration.

5. INTRODUCCIÓN

La piel constituye la principal barrera de protección del organismo frente a los factores del entorno. Entre sus funciones más importantes se encuentran la regulación de la pérdida de agua, la participación en los mecanismos de defensa inmunológica y la protección frente a agentes físicos, químicos y biológicos. Asimismo, es el órgano que recibe de manera directa la radiación solar, especialmente la radiación ultravioleta (UV).

La exposición continua a la radiación ultravioleta favorece la formación de especies reactivas de oxígeno, lo que provoca un desequilibrio en los sistemas antioxidantes de las células epidérmicas. Como consecuencia, se incrementa la oxidación de lípidos y proteínas, así como el daño en el ADN celular. Estos procesos están asociados con el envejecimiento cutáneo prematuro, la inflamación y las alteraciones de la pigmentación. En conjunto, dichos cambios contribuyen al deterioro gradual de la estructura y la función de la piel expuesta a este tipo de radiación (Chen et al., 2021; Papaccio et al., 2022).

La radiación UVA penetra hasta la dermis y ejerce un efecto prooxidante, mientras que la radiación UVB actúa principalmente en la epidermis y produce lesiones en el ADN. Ambas formas de radiación activan vías inflamatorias, aumentan la actividad de las metaloproteinasas de matriz (MMP) y favorecen la degradación del colágeno. La exposición acumulada se manifiesta mediante resequedad, pérdida de elasticidad, líneas de expresión, alteraciones de la textura y manchas cutáneas (Calvo et al., 2024; Shin et al., 2019).

La hiperpigmentación se origina por un aumento en la producción o distribución de melanina, pigmento que participa en la defensa cutánea frente a la radiación, pero cuya acumulación puede formar máculas persistentes. La tirosinasa interviene de manera central en la melanogénesis y su actividad está regulada por señales hormonales, inflamatorias y oxidativas. Una acción antioxidante, por sí sola, no demuestra capacidad despigmentante;

dicha afirmación requiere cambios comprobables en la melanina, la tirosinasa o los índices clínicos de pigmentación (D'Mello et al., 2016; Singh et al., 2025).

En estética y cosmética existe interés por ingredientes naturales con capacidad para hidratar, disminuir el estrés oxidativo y favorecer la función de barrera. Tremella fuciformis, conocida como hongo de nieve, es un hongo comestible cuyos polisacáridos contienen principalmente manosa, fucosa, xilosa, glucosa y ácido glucurónico. Estas macromoléculas presentan afinidad por el agua, y sus propiedades varían según el peso molecular, el método de extracción y el grado de pureza (Lin, 2019; Ma et al., 2021; Wu et al., 2019).

Los primeros estudios cutáneos indicaron que los polisacáridos de Tremella fuciformis podían disminuir la pérdida de agua y colágeno en modelos de fotoenvejecimiento, proteger los fibroblastos frente al estrés oxidativo y favorecer la hidratación en formulaciones tópicas (Shen et al., 2017; Wen et al., 2016). Investigaciones posteriores propusieron la participación de las vías SIRT1, Nrf2/Keap1 y TXNIP/TXNRD2, junto con efectos sobre proteínas de barrera, metaloproteinasas y melanogénesis (Fu et al., 2021; Lin et al., 2023).

Las diferencias entre extractos, polisacáridos y exopolisacáridos, sumadas a la variación de dosis, pesos moleculares y vías de administración, dificultan establecer conclusiones firmes. La mayoría de los trabajos se desarrolló en cultivos celulares o modelos animales, mientras que los ensayos clínicos fueron breves. Las revisiones más recientes señalan que el hongo de nieve posee potencial cosmético, pero todavía se requiere evidencia clínica adicional para confirmar su eficacia. La falta de uniformidad también impide comparar de manera directa la magnitud de los efectos descritos y trasladarlos con seguridad a formulaciones de uso humano (Mineroff, 2023; Paterska et al., 2024).

Ante estas limitaciones, el presente trabajo organiza la evidencia primaria disponible, diferencia los hallazgos preclínicos de los resultados obtenidos en seres humanos y examina de manera específica la hidratación, la fotoprotección y la hiperpigmentación. Esta distinción evita interpretar un resultado antioxidante de laboratorio como si representara una eficacia despigmentante comprobada en personas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar el potencial de *Tremella fuciformis* frente al daño cutáneo y la hiperpigmentación inducidos por radiación ultravioleta, a partir de estudios científicos originales publicados entre 2015 y 2025.

Objetivos específicos

1. Identificar los efectos antioxidantes, hidratantes y protectores de la barrera cutánea atribuidos a *Tremella fuciformis*.
2. Resumir los hallazgos de estudios sobre fotoenvejecimiento, colágeno, inflamación y melanogénesis.
3. Discutir los hallazgos de los estudios celulares, animales y humanos, y examinar sus limitaciones y aplicabilidad.
4. Evaluar si la evidencia disponible apoya el uso clínico de *Tremella fuciformis* como agente despigmentante o fotoprotector.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó una revisión integradora de la literatura porque los trabajos publicados incluían estudios *in vitro*, modelos animales, evaluaciones de formulaciones y ensayos con pocos voluntarios. El proceso se apoyó en los principios de PRISMA 2020 para describir la identificación, selección y síntesis de los artículos. No obstante, no se efectuó un metaanálisis debido a la heterogeneidad de los diseños y desenlaces. La elección de este diseño facilitó integrar resultados procedentes de modelos y medidas que no podían combinarse estadísticamente (Page et al., 2021).

Pregunta de investigación

La pregunta se formuló mediante el esquema PICO: ¿qué evidencia existe sobre los efectos de *Tremella fuciformis*, frente a controles sin tratamiento, vehículo o exposición UV sin intervención, en el daño cutáneo, la hidratación de la piel y la hiperpigmentación?

Tabla 1:

Estructura PICO aplicada a la pregunta de investigación.

ELEMENTO	DEFINICIÓN APLICADA
P (Población o problema)	Daño cutáneo, fotoenvejecimiento, alteración de la barrera melanogénesis relacionados con radiación UV o estrés oxidativo, evaluados en células cutáneas animales o personas
I (Intervención)	Extractos, polisacáridos o expolisacáridos de <i>Tremella fuciformis</i> administrados de forma tópica, oral o directamente en cultivos celulares.
C (Comparación)	Control sin tratamiento, control irradiado, vehículo cosmético, placebo o valor facial.
O (Resultados)	ROS y enzima antioxidantes, apoptosis e inflamación: hidratación TEWL proteínas de barreras colágeno y MMP melanina y tirosinasa, tolerabilidad.

Nota. PICO = población/problema, intervención, comparación y resultados; ROS = especies reactivas de oxígeno; TEWL = pérdida transepidérmica de agua; MMP = metaloproteinasas de matriz.

Interpretación. Con el uso de la estrategia PICO enfocada en la piel se logró diferenciar entre los estudios que solo reportaban la composición química del

polisacárido y aquellos que evaluaban un desenlace biológico o clínico en la piel, excluyendo los que únicamente reportaban la caracterización de aspectos no relacionados con un desenlace en la piel.

Fuentes de información y periodo de búsqueda

Se revisaron publicaciones comprendidas entre enero de 2015 y diciembre de 2025 en PubMed/MEDLINE, Scopus, SciELO, LILACS y Google Scholar. La búsqueda también abarcó las listas de referencias de los artículos seleccionados y de revisiones recientes. Después se verificaron los títulos, los resúmenes, los DOI y la disponibilidad del texto completo de los registros considerados potencialmente elegibles.

6.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Tabla 2:

<i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	
Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos originales publicados entre el 2015 y 2025.	Revisiones, capítulos, resúmenes de congresos y preprints en la síntesis principal.
Estudios en ingles a español.	Investigaciones sobre otros bancos y resultados separados por la Tremella fuciformis.
Uso de extracto, polisacárido o expolisacárido de Tremella fuciformis.	Estudios centrados únicamente en intestino, metabolismo, inmunidad sistemática o cáncer sin desenlace cutáneo pertinente.
Al menos un desenlace cutáneo de melanogénesis o de seguridad tópica.	Caracterización fisicoquímica sin modelo cutáneo o sin resultado biológico aplicable a la piel.
Publicación en revistas con DO registro verificable e indexación académica.	Registros duplicados o sin información suficiente para extraer resultados.

Nota. Las revisiones se utilizaron para contextualizar la discusión, pero no se contaron entre los estudios primarios incluidos.

Interpretación. Se priorizaron los datos originales sobre la piel para que el número de estudios no se viera inflado por las propiedades generales de los hongos que no trataban sobre lesiones cutáneas, hidratación o pigmentación.

6.3. BASES DE DATOS Y ECUACIONES DE BÚSQUEDA

Tabla 3:

Fuentes de información y estrategias de búsqueda.

Fuente	Estrategia principal	Uso en la revisión
PubMed/MEDLINE	("Tremella fu+ciformis" OR "snow mushroom") AND (skin OR photoaging OR ultraviolet OR fibroblast OR keratinocyte OR melanogenesis OR hyperpigmentation)	Identificación de estudios biomédicos y verificación de PMID/DOI.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Tremella fuciformis" AND (skin OR UV OR photoaging OR melanogenesis OR moisturizing))	Comprobación de literatura interdisciplinaria e indexación.
SciELO y LILACS	("Tremella fuciformis" OR "hongo de nieve") AND (piel OR radiación ultravioleta OR hiperpigmentación)	Búsqueda de publicaciones en español y América Latina.
Google Scholar	Combinaciones de la especie con skin damage, UVA, UVB, collagen, TEWL, tyrosinase y pigmentation	Ampliación de la sensibilidad y localización de textos completos.
Rastreo de referencias	Revisión de bibliografías de artículos incluidos y revisiones recientes	Identificación de registros no recuperados en la primera búsqueda.

Nota. Las ecuaciones completas y sus variantes se presentan en el Anexo A.

Interpretación. El uso de términos generales y específicos permitió la recuperación de investigaciones relacionadas con el fotoenvejecimiento, la barrera cutánea y la melanogénesis. No pudimos identificar ningún estudio primario publicado en español; todos los estudios incluidos fueron publicados en inglés.

6.4. PROCESO DE SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

Los registros se organizaron en una matriz de cribado. Los duplicados se eliminaron mediante la comparación de títulos, autores, años y DOI. Posteriormente, se revisaron los títulos y resúmenes, y los textos completos se evaluaron conforme a los criterios de elegibilidad. El proceso se representó mediante un diagrama de flujo y una matriz que registró el motivo de exclusión de cada registro único.

Extracción y organización de la información

De cada estudio se extrajeron el autor, el año, el país cuando estaba disponible, el diseño, el modelo, el tipo de producto de Tremella fuciformis, la concentración o dosis, la exposición experimental, el comparador, los desenlaces, los resultados principales, el análisis estadístico informado y las limitaciones. La información fue categorizada en seis subgrupos. El primer grupo es el subgrupo de hidratación y barrera, seguido por el subgrupo de actividad antioxidante o fotoprotectora. Luego, tenemos el subgrupo de colágeno y envejecimiento fotooxidativo, el subgrupo de inflamación y melanogénesis, y finalmente, el subgrupo de tolerancia humana.

Valoración crítica

Debido a la heterogeneidad de los diseños, se utilizó una lista de verificación en lugar de una herramienta de evaluación específica. Siete características fueron consideradas: objetivo claro, descripción del modelo/muestra, comparación, descripción de la intervención, medición de resultados, análisis estadístico y consideración de limitaciones. La calidad general se clasificó como moderada o moderada-baja. Esta clasificación no representó una evaluación formal del riesgo de sesgo, pero orientó la apreciación de la solidez relativa y de la posible aplicación de los hallazgos en la práctica estética.

Método de síntesis

Los resultados se sintetizaron de forma cualitativa debido a que no se realizó un metaanálisis. La decisión respondió a las diferencias en los extractos, los pesos moleculares, las dosis, las vías de administración, los modelos de lesión y las unidades

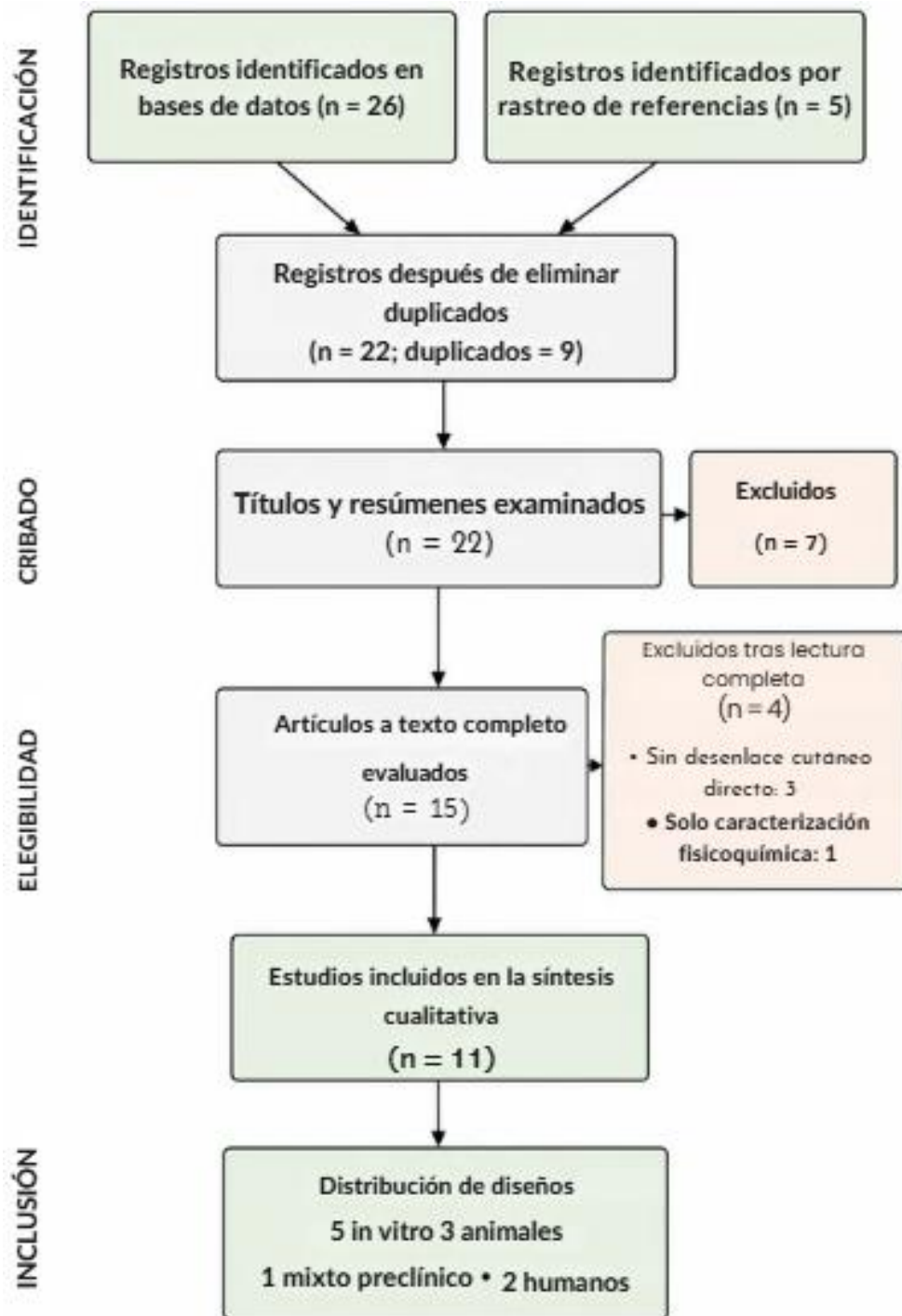
de medida. Si los artículos mostraron datos similares y bien definidos, utilizamos los valores reportados. En situaciones donde una comparación numérica era imposible, describimos el efecto en la dirección que se observó y no incluimos datos que no fueron reportados.

7. RESULTADOS

Selección de los estudios

La matriz incluyó 31 registros: 26 de las bases de datos y 5 procedentes del rastreo de referencias. Tras eliminar 9 registros duplicados, se analizaron 22. En total, se excluyeron siete trabajos en el proceso de selección de títulos y resúmenes (cuatro revisiones y tres artículos cuyo desenlace no era cutáneo) y se leyeron 15 artículos, de los que se excluyeron cuatro que no midieron desenlace cutáneo directo o cuya única aportación era caracterización fisicoquímica. Se incluyeron 11 trabajos en la síntesis final. El proceso de exclusión ha quedado registrado, de tal forma que se puede ver el camino que se ha seguido hasta llegar al conjunto de estudios analizados.

Figura 1: Diagrama de flujo de selección de estudios



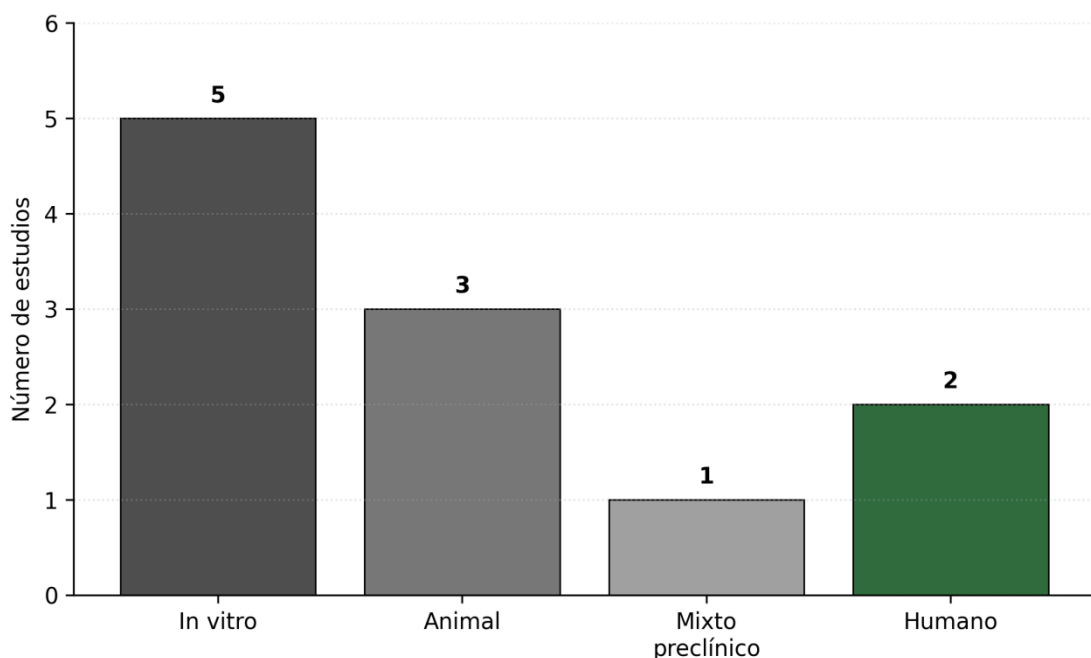
Nota: Elaboración propia a partir del esquema PRISMA 2020 (Page et al., 2021) . Los 22 registros únicos y sus motivos de inclusión y exclusión se encuentran en el Anexo B.

Interpretación. Las selecciones indicaron una producción científica limitada respecto a las aplicaciones cutáneas de Tremella fuciformis. Casi el 50 % de los registros individuales no presentaron evidencia primaria pertinente al objetivo. Esto respalda la necesidad de diferenciar la actividad general del polisacárido de los efectos que se demuestran específicamente en la piel.

Características generales de la evidencia

Figura 2: Distribución de los estudios según el diseño

Distribución de los estudios según el diseño



Nota. En combinación con un modelo animal de exposición UV crónica, se formó una cultura mixta de queratinocitos humanos.

Interpretación: De los 11 estudios, cinco se basaron en modelos in vitro, tres en modelos animales, uno incluyó ambos modelos y dos estudios incluyeron humanos. Ambos ensayos clínicos tuvieron tamaños de muestra pequeños, seguimientos cortos y evaluaron hidratación o tolerancia. La mayoría de la evidencia disponible provino de estudios preclínicos.

Tabla 4

Características de los estudios incluidos, 2016–2021

Estudio	Diseño y modelo	Intervención/comparación	Desenlaces	Resultado principal
Wen et al. (2016)	Animal: ratas Sprague-Dawley expuestas a UV durante 30 días	Polisacáridos por vía oral frente a control irradiado	Agua cutánea, colágeno, histología, SOD, GSH-Px y CAT	Disminuyeron la pérdida de agua y colágeno, mejoraron la estructura y aumentaron las enzimas antioxidantes.
Shen et al. (2017)	In vitro: fibroblastos humanos con lesión por H ₂ O ₂	Pretratamiento con polisacárido; comparación con células lesionadas sin intervención	ROS, apoptosis, SIRT1, ERK/Akt y proteínas de senescencia	Disminuyó la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la apoptosis, aumentó SIRT1 y confirió protección al estrés oxidativo.
Jo et al. (2021)	In vitro: células cutáneas	Exopolisacárido de cultivo micelial TFCUV5	Factores de hidratación, procolágeno y producción de colágeno	También aumentó los marcadores de hidratación y de actividad antiarrugas en el modelo celular.
Fu et al. (2021)	In vitro: fibroblastos dérmicos humanos expuestos a UVA	Polisacáridos antes o después de la exposición UVA	Daño oxidativo y vía Nrf2/Keap1	La disminución del fotodaño oxidativo aumenta los niveles de Nrf2 y reduce los niveles de Keap1.
Choi y Kim (2021)	In vitro con exposición UVB y batería de seguridad	Concentraciones menores a 1000 µg/mL del extracto polisacárido	MMP, colágeno, citocinas, filagrina, involucrina y pruebas de irritación/fototoxicidad	Inhibió MMP y mediadores inflamatorios, aumentó colágeno y proteínas de barrera; no mostró efectos tóxicos en pruebas realizadas.
Lourith et al. (2021)	Humano: 20 voluntarios, evaluación de gel hidroalcohólico	Formulación con 10 % de extracto frente a placebo	Hidratación durante 180 minutos e irritación	La hidratación fue mayor que con placebo y no se observó irritación en la prueba preliminar.

Nota. CAT = catalasa; ERK/Akt = vías de señalización celular; GSH-Px = glutatión peroxidasa; H₂O₂ = peróxido de hidrógeno; MMP = metaloproteinasas de matriz; Nrf2/Keap1 = vía antioxidante; ROS = especies reactivas de oxígeno; SOD = superóxido dismutasa; UVA/UVB = radiación ultravioleta A/B.

Interpretación. El período entre 2016 y 2021 mostró tendencias de mejora constantes en los tres ámbitos evaluados: defensa antioxidante, colágeno y soporte de la barrera. Aunque se observaron estas tendencias, cinco de los seis estudios fueron preclínicos. De los estudios realizados durante este período, uno evaluó los efectos a corto plazo de la hidratación en humanos y no valoró el envejecimiento prematuro ni los efectos de la hidratación en las manchas oscuras.

Tabla 5

Características de los estudios incluidos, 2022–2024

Estudio	Diseño y modelo	Intervención/comparación	Desenlaces	Resultado principal
Chiang et al. (2022)	In vitro: células B16F10, queratinocitos HaCaT, fibroblastos Detroit 551	Extracto de <i>Tremella fuciformis</i> , 100–300 µg/mL	Melanina, tirosinasa, viabilidad y migración celular	Suprime de forma dependiente de la concentración la tirosinasa y la melanina, y promueve la migración celular.
Lin et al. (2023)	Mixto: queratinocitos humanos y modelo animal de UV crónica	Polisacáridos de <i>Tremella fuciformis</i> frente a controles irradiados	ROS, apoptosis, TXNIP, TXNRD2 y lesión cutánea	Redujo el daño oxidativo y la apoptosis, y el tratamiento tópico redujo los efectos del UV en el modelo animal.
Luo et al. (2023)	Animal: ratones con envejecimiento inducido por D-galactosa	Polisacáridos de alto, medio y bajo peso molecular	Hidroxiprolina, ácido hialurónico, enzimas antioxidantes y citocinas	Aunque todas las tres fracciones aumentaron los marcadores cutáneos, la fracción con peso molecular medio fue la más efectiva.
Woźniak et al. (2023)	Humano: 5 voluntarias para medición instrumental y 20 para prueba de parche	Emulsión con extracto frente a base sin activo	Corneometría, TEWL, estabilidad y tolerabilidad	En su formulación con extracto, la TEWL se redujo 12,4 % en comparación con la base, sin eritema ni edema a las 48-72 h.
Xu et al. (2024)	Animal: 24 ratones machos, tres grupos de 8	Polisacárido NTP, 100 mg/kg/día durante 8 semanas, en modelo D-galactosa	Hidroxiprolina, ácido hialurónico, estrés oxidativo, citocinas y proteómica iTRAQ	Esto atenuó la pérdida de componentes dérmicos y mejoró las defensas antioxidantes y se identificaron 43 proteínas diferencialmente expresadas.

Nota. B16F10 se refiere a una línea celular derivada del melanoma murino. La D-galactosa se utiliza para crear un modelo de envejecimiento. iTRAQ indica una técnica de análisis proteómico. TEWL se refiere a la pérdida de agua transepidérmica. TXNIP y TXNRD2 son proteínas que están asociadas con procesos redox.

Interpretación. Los estudios más recientes han examinado la melanogénesis, la señalización redox y las formulaciones cosméticas. Cabe destacar que el hallazgo relacionado con la pigmentación involucró células de melanoma murinas. Los estudios que involucraron a humanos permanecieron limitados a la hidratación, pérdida de agua transepidérmica y tolerabilidad en períodos cortos.

Hidratación y función de barrera

Ocho artículos informaron sobre los efectos en la hidratación, los componentes de la matriz o la función de barrera de la piel. Wen et al. (2016) encontraron que la irradiación de la piel de ratas redujo la pérdida de agua por evaporación, mientras que Jo et al. (2021) encontraron que los factores de hidratación aumentaron en las células de la piel. Choi (2021) también incluyó la evaluación de la filagrina e involucrina, proteínas asociadas a la diferenciación epidérmica y la formación de la barrera.

Ambas pruebas han demostrado que causa un efecto hidratante inmediato, aunque en diferente medida. El gel hidroalcohólico de Lourith et al. (2021) con 10 % de extracto fue evaluado en 20 sujetos y mostró un efecto hidratante más fuerte que el placebo a los 180 minutos. Woźniak et al. (2023): En 5 voluntarias, la TEWL fue un 12,4 % inferior con la emulsión activa que con la base. No hubo eritema ni edema en 20 personas en una prueba de parche, aunque los tamaños de muestra fueron pequeños, el seguimiento fue breve y no se probaron de forma aleatoria el uso facial a largo plazo. Ninguno de estos estudios ha analizado si los cambios en la hidratación, la función de barrera o la tolerancia persisten durante varias semanas de aplicación continua.

En un modelo de envejecimiento inducido por D-galactosa en ratones, el contenido de ácido hialurónico y el contenido de hidroxiprolina no cambiaron. Según Luo et al. (2023), la concentración de hidroxiprolina aumentó en un 91,9 %, 101,4 % y 94,6 % en las fracciones de alto, medio y bajo peso molecular, respectivamente. Estas mismas fracciones aumentaron el ácido hialurónico en un 34,3%, 103,3% y 73,4% frente al control. La fracción con peso molecular medio fue la que tuvo la mayor respuesta, lo que indica que la actividad biológica puede depender de la estructura del polisacárido.

Actividad antioxidante y fotoprotección

Siete estudios mostraron actividad antioxidante o fotoprotectora, ya sea por radiación UV o estrés oxidativo. Ejemplos: Wen et al. (2016) encontraron elevación de SOD, GSH-Px y

CAT en piel expuesta a radiación UV. Shen et al. (2017) observaron disminución en la producción de ROS y la apoptosis, y un aumento de SIRT1 en fibroblastos expuestos a peróxido de hidrógeno. Fu et al. (2021) observaron una disminución del daño en fibroblastos lesionados con UVA y una regulación de la vía Nrf2/Keap1.

Sin embargo, en modelos experimentales en los que se usan queratinocitos humanos y radiación UV o en animales que son expuestos a UV crónicamente como en Lin et al. (2023) se ha visto que la protección de TXNIP y TXNRD2 está asociada a una disminución de apoptosis, ROS y daño histológico, y en Choi (2021) se encontró que había disminuciones de MMP y mediadores inflamatorios tras la exposición a UVB. Aunque los resultados son coherentes con un mecanismo antioxidante, no demuestran que una preparación de *Tremella fuciformis* aumente clínicamente el SPF o prevenga el eritema o las manchas en humanos.

Colágeno, fotoenvejecimiento e inflamación

Cinco estudios midieron colágeno, hidroxiprolina u otros marcadores de arrugas. Wen et al. (2016) observan que las ratas irradiadas tenían una menor pérdida de colágeno y una relación más alta entre colágeno tipo I y III. En general, los estudios en cultivos celulares (Jo et al. 2021, Choi 2021) encontraron un aumento en la producción de procólgeno o fibras, en la síntesis de colágeno y una inhibición de MMP. Sin embargo, los modelos de D-galactosa de Luo et al. (2023) y Xu et al. (2024) representaron el envejecimiento sistémico experimental, no el fotodaño directo.

Las interacciones antiinflamatorias fueron menos frecuentes. Choi (2021) informó de una disminución del óxido nítrico y de las citocinas proinflamatorias. Reducciones de IL-1 β y TNF- α se han reportado en modelos animales (Luo et al., 2023; Xu et al., 2024). Si bien se alinean con la relación entre la inflamación, el daño estromal y la hiperpigmentación postinflamatoria, no demuestran que el hongo tratara dermatosis inflamatorias en humanos.

Melanogénesis e hiperpigmentación

La concentración de melanina y de tirosinasa en las células B16F10 se redujo de forma dependiente de la concentración tras el tratamiento con extracto de *Tremella fuciformis* (Chiang et al., 2022). El contenido de melanina se redujo en las concentraciones de 100 y

200 µg/mL, sin afectar a la viabilidad celular ni a la morfología celular. Mientras que otro estudio mostró que a concentraciones de 100 a 300 µg/mL se observó un aumento en la migración de los queratinocitos HaCaT y en los fibroblastos Detroit 551. Se evaluó la migración en ambos tipos celulares humanos.

Sin embargo, dado que se trata de una línea celular de melanoma murino B16F10 y no de melanocitos humanos con hiperpigmentación patológica, y que no se ha observado una reducción en manchas inducidas por radiación UV en humanos, los datos disponibles no son lo suficientemente concluyentes como para concluir que hay efectos antimelanogénicos *in vitro*. No se han utilizado índices instrumentales de pigmentación ni fotografías clínicas estandarizadas para evaluar el efecto en la piel.

Síntesis por desenlace

Tabla 6

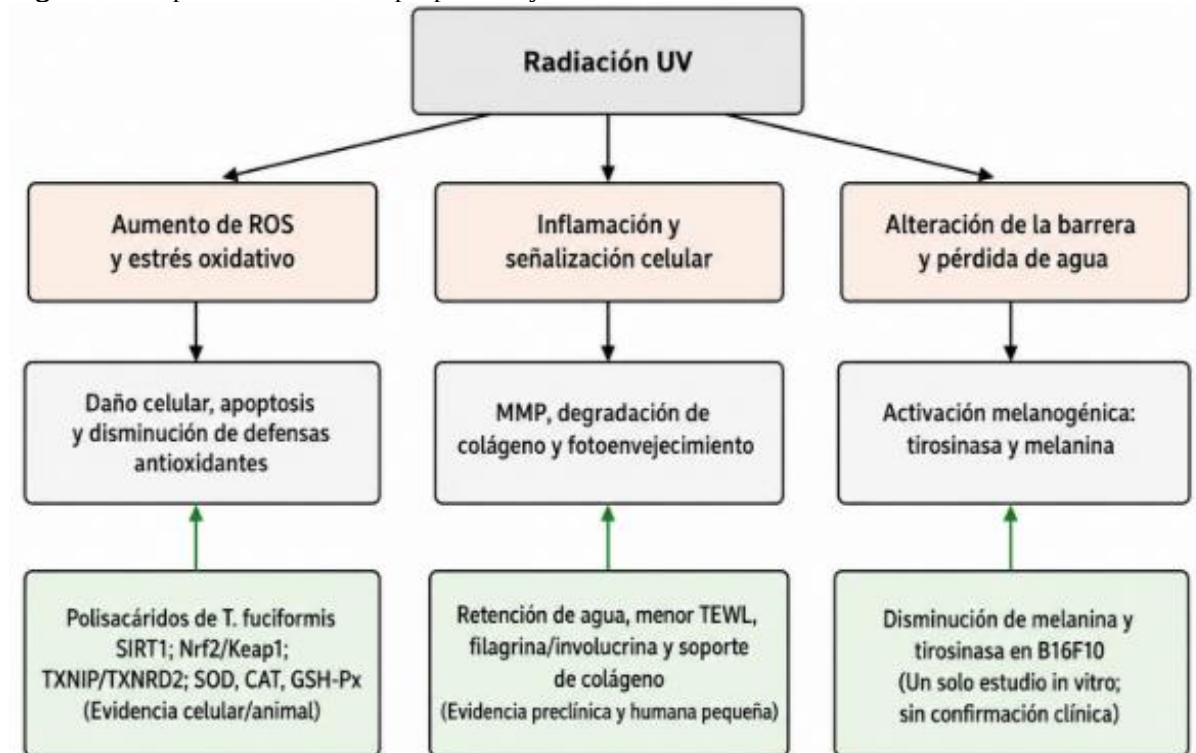
Síntesis de la evidencia por desenlace

Desenlace	N.º de estudios	Dirección general del hallazgo	Certeza para aplicación clínica
Hidratación o barrera	8	Mayor hidratación, menor pérdida de agua o conservación de ácido hialurónico/proteínas de barrera.	Baja a moderada: dos estudios humanos pequeños y evidencia preclínica consistente.
Antioxidante o fotoprotectora	7	Menor ROS/apoptosis y regulación de SOD, CAT, GSH-Px, SIRT1, Nrf2/Keap1 y TXNIP/TXNRD2.	Baja para eficacia clínica: señal preclínica coherente, sin ensayo humano de fotoprotección.
Colágeno o fotoenvejecimiento	5	Menor degradación de colágeno, inhibición de MMP y aumento de hidroxiprolina/procolágeno.	Baja: modelos celulares y animales; falta confirmación clínica prolongada.
Inflamación	3	Disminución de óxido nítrico, IL-1β, TNF-α u otros mediadores.	Baja: resultados secundarios y heterogéneos.
Tolerabilidad humana	2	Sin irritación relevante en pruebas preliminares o de parche.	Baja: muestras pequeñas y seguimiento corto.
Melanogénesis	1	Reducción de melanina y tirosinasa en células B16F10.	Muy baja para hiperpigmentación clínica: un único estudio <i>in vitro</i> .

Nota. Un estudio podía contribuir a más de un desenlace, y la certeza se evaluó narrativamente (es decir, considerando diseño, tamaño de muestra, consistencia y aplicabilidad) .

Interpretación. La evidencia más fuerte fue para la hidratación y los mecanismos antioxidantes, y la relación con la hiperpigmentación era más débil porque solo había un estudio a nivel celular. A la luz de esta información, el uso más plausible de Tremella fuciformis es como agente hidratante y antioxidante adyuvante, no como despigmentante. Esta afirmación se ve empañada por la escasez de estudios sobre la despigmentación de la piel tras la exposición a la radiación ultravioleta (UV).

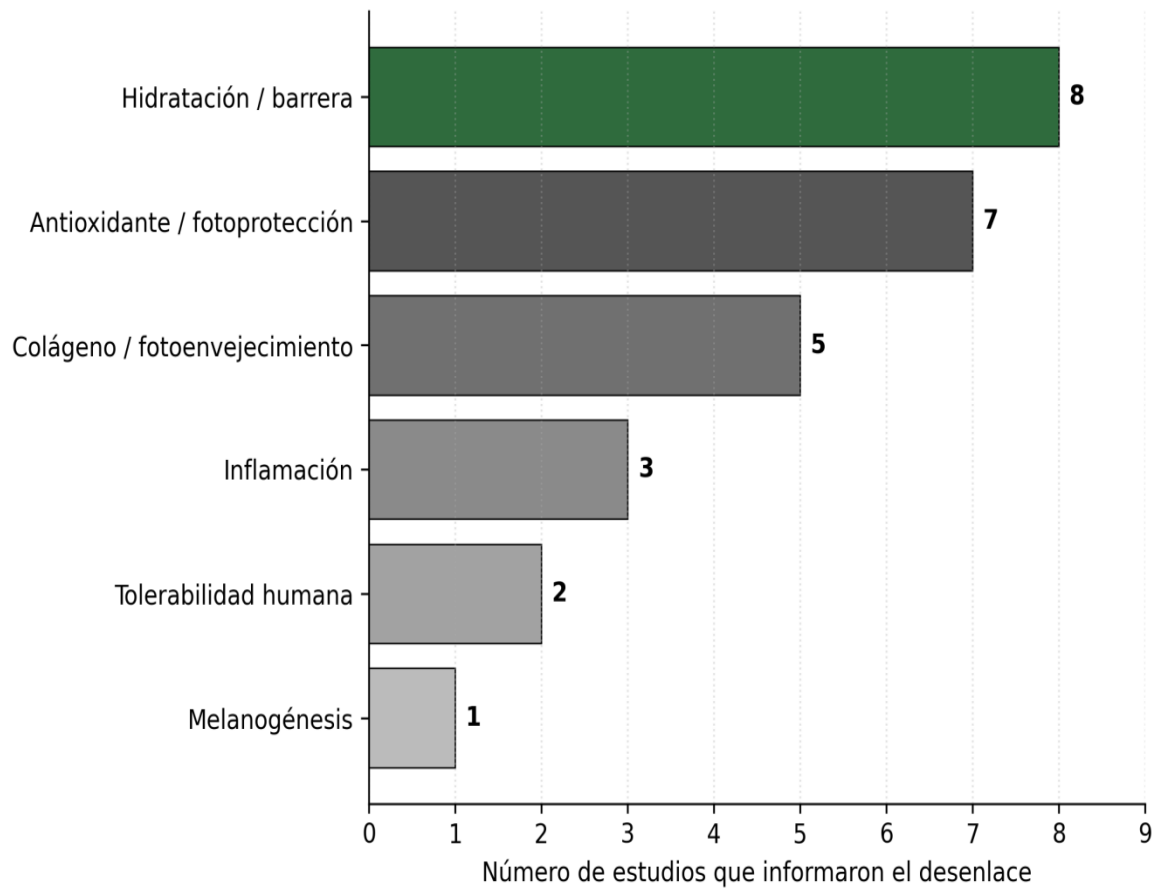
Figura 3: Mapa de mecanismos propuestos y nivel de evidencia



Nota. Basándose en los estudios incluidos y en mi propia elaboración, las vías ilustran mecanismos especulativos. La presencia de estas vías en modelos preclínicos no garantiza que haya beneficios terapéuticos en humanos.

Interpretación. Los mecanismos descritos muestran cómo se integran la regulación del estrés oxidativo y la preservación de la barrera cutánea. Para la vía de la pigmentación, no hay datos in vivo, y su única base es la evaluación del modelo celular de melanina y tirosinasa. Por lo tanto, la vía de la pigmentación es la menos fundamentada en el mapa de la vía.

Figura 4: Número de estudios por desenlace cutáneo



Nota. Los estudios podían informar más de un desenlace; por ello, la suma de las barras es superior a 11.

Interpretación. La distribución examinada confirmó el desequilibrio en la literatura. La mayoría de los estudios examinaron el papel de la hidratación y la protección contra el estrés oxidativo. La investigación directa sobre la pregunta específica de la hiperpigmentación fue muy limitada.

Valoración crítica de los estudios

Tabla 7:

Valoración crítica y principales limitaciones metodológicas

Estudio	Valoración global	Fortaleza principal	Limitación principal
Wen et al. (2016)	Moderada	Modelo UV directo, comparador y resultados histológicos/biológicos.	Animal, vía oral y periodo corto; no informa eficacia tópica humana.
Shen et al. (2017)	Moderada	Mecanismo celular bien definido y múltiples marcadores.	Estrés por H ₂ O ₂ , no exposición UV clínica; transferencia limitada.
Jo et al. (2021)	Moderada-baja	Evalúa hidratación y colágeno en células.	Sin ensayo humano y con información limitada sobre comparadores en el resumen.
Fu et al. (2021)	Moderada	Modelo UVA en fibroblastos humanos y vía Nrf2/Keap1.	In vitro; no evalúa barrera completa ni resultados clínicos.
Choi (2021)	Moderada	Integra fotodaño, barrera, inflamación y pruebas de seguridad.	Eficacia principalmente celular; batería de seguridad no sustituye ensayo de uso.
Lourith et al. (2021)	Moderada-baja	Comparación con placebo y medición temporal en voluntarios.	Muestra pequeña, producto de manos, seguimiento de 180 minutos.
Chiang et al. (2022)	Moderada	Mide melanina, tirosinasa, viabilidad y migración.	Línea de melanoma murino; no usa lesión pigmentaria humana ni desenlace UV.
Lin et al. (2023)	Moderada	Combina queratinocitos humanos y modelo animal UV crónico.	Preclínico; falta estandarización clínica de dosis y formulación.
Luo et al. (2023)	Moderada	Compara tres pesos moleculares y reporta resultados cuantitativos.	Modelo D-galactosa, no radiación UV; aplicabilidad cosmética indirecta.
Woźniak et al. (2023)	Moderada-baja	Incluye TEWL, corneometría y prueba de parche.	Solo cinco voluntarias para eficacia instrumental; seguimiento de cinco horas.
Xu et al. (2024)	Moderada	Grupos definidos, dosis descrita y análisis proteómico.	Modelo D-galactosa en 24 ratones; no confirma efecto en humanos ni UV.

Nota. La valoración es narrativa y comparativa; no representa una puntuación validada de riesgo de sesgo.

Interpretación. Ninguno de los estudios mencionados proporcionó evidencia de alta certeza respecto al tratamiento de la hiperpigmentación inducida por UV. Los estudios que describieron los mecanismos de acción más completos y resultados reproducibles en modelos preclínicos se combinaron con una ausencia significativa de investigación sobre productos faciales, dosis efectivas y los efectos acumulativos del tratamiento.

8. DISCUSIÓN

La revisión encontró una señal biológica positiva para los polisacáridos de *Tremella fuciformis*, pero no para el uso del hongo en la práctica, y los efectos más comúnmente reportados fueron la hidratación, la función de barrera y la regulación del estrés oxidativo. En comparación, la investigación sobre hiperpigmentación es escasa y no incluye ensayos clínicos.

Hidratación y barrera: hallazgo más consistente

En los trabajos de Wen et al. (2016), Jo et al. (2021) y Choi (2021) se observó que *Tremella fuciformis* puede favorecer la hidratación y la conservación de los componentes estructurales de la piel. Esta tendencia se ajusta a la naturaleza hidrofílica de los polisacáridos y a los resultados de estudios fisicoquímicos que indican que la capacidad de retención de humedad depende del método de procesado (Lin, 2019).

Aunque las pruebas de Lourith et al. (2021) y Woźniak et al. (2023) ofrecen pruebas in vivo muy débiles de que podría haber una mejor hidratación, menor TEWL y buena tolerancia inmediata, sobre diferentes fórmulas, áreas de aplicación y seguidas a pocas horas o días, se justifican más investigaciones, aunque esto no significa que hubiera equivalencia clínica con el ácido hialurónico o que hubiera habido una curación profunda de la piel.

Fotoprotección y estrés oxidativo

Estos hallazgos han sido apoyados por otros estudios, como los de Wen et al. (2016) y Shen et al., aunque también se ha sugerido que otros mecanismos se encuentran detrás de este efecto, como el aumento de la actividad de las enzimas antioxidantes (Wen et al., 2016), o

la implicación de SIRT1 (Shen et al., 2017), Nrf2/Keap1 (Fu et al., 2021) y TXNIP/TXNRD2 (Lin et al., 2023). La coincidencia de estas vías sugiere que puede haber actividad antioxidante y citoprotectora.

No obstante, no son modelos equivalentes, ya que el estrés oxidativo producido por el peróxido de hidrógeno y por la radiación solar se produce a través de diferentes vías. Los modelos animales permiten evaluar la respuesta a nivel de tejido, pero no reflejan la respuesta de la piel humana a un tratamiento tópico. Un ingrediente antioxidante no sustituye a un filtro UV ni proporciona por sí solo un FPS. Según la revisión de Mineroff (2023) y Paterska et al. (2024), aunque el uso cutáneo del hongo parece prometedor, son necesarios más estudios clínicos sobre su uso. Es importante tener en cuenta la diferencia entre la actividad antioxidante experimental y la protección solar clínica a la hora de comunicar los resultados en el ámbito cosmético.

Colágeno y fotoenvejecimiento

En contraste, los hallazgos de Wen et al. (2016), Jo et al. (2021) y Choi (2021) sugieren una menor degradación de la matriz y una mayor síntesis de colágeno. Luo et al. (2023) y Xu et al. (2024) realizaron medidas similares de hidroxiprolina y ácido hialurónico en modelos de D-galactosa y concluyeron que esto apoyaba la hipótesis de efecto protector. Sin embargo, la causa del envejecimiento, la vía de administración y el tipo de polisacárido eran diferentes entre los estudios.

Luo et al. (2023) encontraron que el peso molecular medio fue el más activo, seguido del bajo y luego del alto. Esto podría explicar parte de la heterogeneidad y sugiere que el «extracto de Tremella» no es una intervención única. Los factores que permiten que un cosmético sea reproducible son: la procedencia y pureza del cosmético, su peso molecular y concentración, sus conservantes y vehículo, así como su estabilidad, penetración y disponibilidad cutánea.

Hiperpigmentación: evidencia todavía insuficiente

Aunque no hay evidencia que respalde que esta reducción de la hiperpigmentación sea un efecto bien establecido, en un estudio de 2022 de Chiang et al. se observó una reducción de

la melanina y la tirosinasa en las células B16F10, lo que indica un efecto antimelanogénico. Sin embargo, un modelo celular por sí solo no puede determinar si el ingrediente aclara manchas solares, melasma o hiperpigmentación postinflamatoria en personas.

Dado que la radiación UV puede inducir la producción de melanina a través de ROS, inflamación y las vías de señalización MITF y tirosinasa (Chen et al., 2021; D'Mello et al., 2016), se puede suponer que el antioxidante puede tener un efecto indirecto en la pigmentación. Sin embargo, a pesar de que se tiene una explicación mecanicista, se necesitarían estudios en humanos, una evaluación del índice melanínico, colorimetría, fotos y un seguimiento lo suficientemente largo como para valorar la tasa de recurrencia.

Seguridad y aplicación estética

No se observaron citotoxicidad, sensibilización ni fototoxicidad según Choi (2021). Asimismo, según Lourith et al. (2021) y Woźniak et al. (2023), la tolerancia fue buena, lo que es favorable para su uso cosmético. Sin embargo, la materia prima no garantiza la seguridad del producto final, ya que la formulación, concentración, conservantes y forma de uso pueden cambiar la reacción en la piel.

En la práctica estética, se consideraría como uso más prudente de la *Tremella fuciformis*, además de la hidratación y el apoyo antioxidante, el no sustituir el uso de fotoprotectores, ni el tratamiento médico del melasma o de otras discromías. La fotoprotección diaria, la evaluación del fototipo y la derivación dermatológica de lesiones persistentes son fundamentales para obtener buenos resultados.

Limitaciones de la revisión

Las limitaciones de la revisión incluyen que no se pudo hacer un metaanálisis debido a la heterogeneidad de los estudios, y no todos los estudios informaron sobre el mismo nivel de detalle sobre la composición del extracto, su concentración y el tamaño de la muestra. La mayoría de la investigación fue preclínica y solo dos estudios se realizaron en humanos con muestras pequeñas. Ningún ensayo clínico ha estudiado la hiperpigmentación inducida por UV, y tampoco ha sido posible comparar resultados, ni obtener estimaciones comunes, debido a las variaciones en la metodología.

El enfoque incluía búsquedas estructuradas y exclusiones registradas; sin embargo, la revisión integradora no se consideró un metaanálisis registrado. Debido a la heterogeneidad de los modelos, la evaluación crítica fue de tipo narrativa. Estas limitaciones guiaron la interpretación, evitando que se hicieran afirmaciones más allá de lo que los datos permitían.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

- Los polisacáridos de Tremella fuciformis tienen propiedades humectantes y antioxidantes. La prueba se basa en su mayor parte en cultivos celulares y en modelos de animales, así como en dos ensayos clínicos de corta duración.
- En estudios preclínicos, se ha observado que reduce el estrés oxidativo, la apoptosis, las metaloproteinasas (MMP), la inflamación, y que también se mantiene el colágeno, el ácido hialurónico y las proteínas de barrera.
- Entre los mecanismos propuestos que estarían mediando este efecto se incluyen SIRT1, Nrf2/Keap1, TXNIP/TXNRD2 y el aumento de enzimas antioxidantes como

SOD, CAT y GSH-Px. Estos mecanismos son plausibles, aunque no han demostrado valor fotoprotector clínico en humanos.

- Poca evidencia de hiperpigmentación. En un solo estudio in vitro con la línea celular B16F10 se observó reducción de la melanina y de la tirosinasa. Sin embargo, no hay ensayos clínicos que demuestren que *Tremella fuciformis* reduce manchas inducidas por radiación UV.
- El hongo de nieve ha mostrado potencial como producto cosmético hidratante y antioxidante para la piel, pero no debe utilizarse como despigmentante, tratamiento dermatológico o sustituto del protector solar.

RECOMENDACIONES

- Ensayos clínicos aleatorizados y controlados, con adecuados tamaños de muestra, un seguimiento mínimo de entre 8 y 12 semanas y fórmulas estandarizadas.
 - Describa el extracto usado: parte del hongo usada, método de extracción, titulación, peso molecular, concentración y estabilidad de la formulación.
 - Medición instrumental, objetiva y cuantitativa de la hidratación, la TEWL, la elasticidad, las arrugas y la pigmentación de la piel a través de la corneometría, la tewametria, la cutometría, el índice de melanina, la colorimetría y la fotografía estandarizada.
 - Evaluar la hiperpigmentación inducida por radiación UV en melanocitos humanos y en humanos e incluir comparaciones del ingrediente con su vehículo y con ingredientes activos de referencia
 - Realizar pruebas de irritación, sensibilización, fototoxicidad y compatibilidad con filtros solares, antes de usar el ingrediente en cosméticos profesionales o de venta al público.
1. La fotoprotección de amplio espectro frente a la radiación UVA y UVB es la primera medida de prevención del daño solar. Los efectos hidratantes o antioxidantes de los productos que contienen *Tremella fuciformis* no se deben considerar como una alternativa a la protección mientras no haya más pruebas clínicas.

10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio fue de tipo documental, por lo que no hubo manipulación sobre humanos o seres no humanos, y por lo tanto no hubo riesgo físico, psicológico o biológico en sujetos de la investigación.

Se utilizaron artículos de revistas científicas que contaran con DOI o referencia bibliográfica, se adjudicaron ideas y resultados a sus autores y se citó bajo la normativa APA séptima edición. En lugar de las tablas y las figuras que se encuentran en los artículos originales, la revisión contenía tablas y figuras que eran resúmenes de los datos.

La información se presentó sin exagerar la eficacia del ingrediente, se hizo una distinción entre datos preclínicos y clínicos, y no se presentó a *Tremella fuciformis* como un tratamiento establecido para la hiperpigmentación. Tenga en cuenta que este documento tiene un enfoque académico y o pretende sustituir una valoración médica o dermatológica.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Calvo MJ, Navarro C, Durán P, Galan-Freyte NJ, Parra Hernández LA, Pacheco-Londoño LC, et al. Antioxidants in photoaging: From molecular insights to clinical applications. *Int J Mol Sci.* 2024;25(4):2403. doi:10.3390/ijms25042403.
2. Chen J, Liu Y, Zhao Z, Qiu J. Oxidative stress in the skin: Impact and related protection. *Int J Cosmet Sci.* 2021;43(5):495-509. doi:10.1111/ics.12728.
3. Chiang JH, Tsai FJ, Lin TH, Yang JS, Chiu YJ. Tremella fuciformis inhibits melanogenesis in B16F10 cells and promotes migration of human fibroblasts and keratinocytes. *In Vivo.* 2022;36(2):713-722. doi:10.21873/invivo.12757.
4. Choi JH, Kim B. Improvement of skin photoaging by polysaccharide extract derived from Tremella fuciformis (white jelly mushroom). *Nat Prod Sci.* 2021;27(4):300-306. doi:10.20307/nps.2021.27.4.300.
5. D'Mello SAN, Finlay GJ, Baguley BC, Askarian-Amiri ME. Signaling pathways in melanogenesis. *Int J Mol Sci.* 2016;17(7):1144. doi:10.3390/ijms17071144.
6. Fu H, You S, Zhao D, An Q, Zhang J, Wang C, et al. Tremella fuciformis polysaccharides inhibit UVA-induced photodamage of human dermal fibroblast cells by activating up-regulating Nrf2/Keap1 pathways. *J Cosmet Dermatol.* 2021;20(12):4052-4059. doi:10.1111/jocd.14051.
7. Ge X, Huang W, Xu X, Lei P, Sun D, Xu H, et al. Production, structure, and bioactivity of polysaccharide isolated from Tremella fuciformis XY. *Int J Biol Macromol.* 2020;148:173-181. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.01.021.
8. Jo MH, Kim B, Ju JH, Heo SY, Ahn KH, Lee HJ, et al. Tremella fuciformis TFCUV5 mycelial culture-derived exopolysaccharide production and its anti-aging effects on skin cells. *Biotechnol Bioprocess Eng.* 2021;26(5):738-748. doi:10.1007/s12257-020-0361-6.
9. Li M, Ma F, Li R, Ren G, Yan D, Zhang H, et al. Degradation of Tremella fuciformis polysaccharide by a combined ultrasound and hydrogen peroxide treatment: Process parameters, structural characteristics, and antioxidant activities. *Int J Biol Macromol.* 2020;160:979-990. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.05.216.
10. Lin CP, Tsai SY. Differences in the moisture capacity and thermal stability of Tremella fuciformis polysaccharides obtained by various drying processes. *Molecules.* 2019;24(15):2856. doi:10.3390/molecules24152856.
11. Lin M, Bao C, Chen L, Geng S, Wang H, Xiao Z, et al. Tremella fuciformis polysaccharides alleviates UV-provoked skin cell damage via regulation of thioredoxin interacting protein and thioredoxin reductase 2. *Photochem Photobiol Sci.* 2023;22(10):2285-2296. doi:10.1007/s43630-023-00450-0.
12. Liu X, Luo D, Guan J, Chen J, Xu X. Mushroom polysaccharides with potential in anti-diabetes: Biological mechanisms, extraction, and future perspectives: A review. *Front Nutr.* 2022;9:1087826. doi:10.3389/fnut.2022.1087826.

13. Lourith N, Pungprom S, Kanlayavattanakul M. Formulation and efficacy evaluation of the safe and efficient moisturizing snow mushroom hand sanitizer. *J Cosmet Dermatol*. 2021;20(2):554-560. doi:10.1111/jocd.13543.
14. Luo D, Liu X, Guan J, Jang G, Hua Y, Zhang X, et al. Effects of Tremella fuciformis-derived polysaccharides with different molecular weight on D-galactose-induced aging of mice. *Pol J Food Nutr Sci*. 2023;73(2):163-174. doi:10.31883/pjfn/163612.
15. Ma X, Yang M, He Y, Zhai C, Li C. A review on the production, structure, bioactivities and applications of Tremella polysaccharides. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2021;35:20587384211000541. doi:10.1177/20587384211000541.
16. Mineroff J, Jagdeo J. The potential cutaneous benefits of Tremella fuciformis. *Arch Dermatol Res*. 2023;315(7):1883-1886. doi:10.1007/s00403-023-02550-4.
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
18. Papaccio F, D'Arino A, Caputo S, Bellei B. Focus on the contribution of oxidative stress in skin aging. *Antioxidants (Basel)*. 2022;11(6):1121. doi:10.3390/antiox11061121.
19. Paterska M, Czerny B, Cielecka-Piontek J. Macrofungal extracts as a source of bioactive compounds for cosmetical anti-aging therapy: A comprehensive review. *Nutrients*. 2024;16(16):2810. doi:10.3390/nu16162810.
20. Shen T, Duan C, Chen B, Li M, Ruan Y, Xu D, et al. Tremella fuciformis polysaccharide suppresses hydrogen peroxide-triggered injury of human skin fibroblasts via upregulation of SIRT1. *Mol Med Rep*. 2017;16(2):1340-1346. doi:10.3892/mmr.2017.6754.
21. Shin JW, Kwon SH, Choi JY, Na JI, Huh CH, Choi HR, et al. Molecular mechanisms of dermal aging and antiaging approaches. *Int J Mol Sci*. 2019;20(9):2126. doi:10.3390/ijms20092126.
22. Singh NK, Verma AK, Gupta JK. Understanding mechanisms and key factors influencing melanogenesis for the management of melasma: An updated review. *Curr Pharm Biotechnol*. 2025;26(10):1564-1581. doi:10.2174/0113892010301957240424110023.
23. Wen L, Gao Q, Ma CW, Ge Y, You L, Liu RH, et al. Effect of polysaccharides from Tremella fuciformis on UV-induced photoaging. *J Funct Foods*. 2016;20:400-410. doi:10.1016/j.jff.2015.11.014.
24. Woźniak B, Chudzińska J, Szczyglewska P, Nowak I, Feliczak-Guzik A. Optimization of the composition of a cosmetic formulation containing Tremella fuciformis extract (Fungi). *Cosmetics*. 2023;10(3):82. doi:10.3390/cosmetics10030082.
25. Wu YJ, Wei ZX, Zhang FM, Linhardt RJ, Sun PL, Zhang AQ. Structure, bioactivities and applications of the polysaccharides from Tremella fuciformis mushroom: A review. *Int J Biol Macromol*. 2019;121:1005-1010. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.10.117.
26. Xiao H, Li H, Wen Y, Jiang D, Zhu S, He X, et al. Tremella fuciformis polysaccharides ameliorated ulcerative colitis via inhibiting inflammation and enhancing intestinal

- epithelial barrier function. *Int J Biol Macromol.* 2021;180:633-642. doi:10.1016/j.ijbiomac.2021.03.083.
27. Xu Y, Liu X, Guan J, Chen J, Xu X. iTRAQ-based proteomic profiling of skin aging protective effects of Tremella fuciformis-derived polysaccharides on D-galactose-induced aging mice. *Molecules.* 2024;29(21):5191. doi:10.3390/molecules29215191.
28. Xu Y, Xie L, Zhang Z, Zhang W, Tang J, He X, et al. Tremella fuciformis polysaccharides inhibited colonic inflammation in dextran sulfate sodium-treated mice via Foxp3⁺ T cells, gut microbiota, and bacterial metabolites. *Front Immunol.* 2021;12:648162. doi:10.3389/fimmu.2021.648162.
- 29.** Yuan H, Dong L, Zhang Z, He Y, Ma X. Production, structure, and bioactivity of polysaccharide isolated from Tremella fuciformis. *Food Sci Hum Wellness.* 2022;11(4):1010-1017. doi:10.1016/j.fshw.2022.03.030.

ANEXOS

Anexo 1

Estrategias completas de búsqueda

Fuente	Ecuación o combinación
PubMed/MEDLINE	("Tremella fuciformis"[Title/Abstract] OR "snow mushroom"[Title/Abstract] OR "white jelly mushroom"[Title/Abstract]) AND (skin[Title/Abstract] OR photoaging[Title/Abstract] OR ultraviolet[Title/Abstract] OR UVA[Title/Abstract] OR UVB[Title/Abstract] OR fibroblast*[Title/Abstract] OR keratinocyte*[Title/Abstract] OR melanogenesis[Title/Abstract] OR hyperpigmentation[Title/Abstract] OR moisturizing[Title/Abstract])
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Tremella fuciformis" AND (skin OR photoaging OR "UV radiation" OR UVA OR UVB OR fibroblast OR keratinocyte OR melanogenesis OR hyperpigmentation OR moisturizing OR collagen)) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2026
SciELO	("Tremella fuciformis" OR "hongo de nieve") AND (piel OR fotoenvejecimiento OR radiación ultravioleta OR hiperpigmentación OR hidratación)
LILACS	("Tremella fuciformis" OR "snow mushroom") AND (piel OR skin OR ultravioleta OR melanogénesis OR pigmentación)
Google Scholar	"Tremella fuciformis" skin UV; "Tremella fuciformis" photoaging; "Tremella fuciformis" melanogenesis; "snow mushroom" TEWL; "Tremella fuciformis" fibroblast Nrf2; "Tremella fuciformis" keratinocyte

Nota. Periodo de publicación: 2015–2025. Idiomas: inglés y español. Se revisaron también referencias de artículos incluidos y revisiones recientes.

Interpretación. Las ecuaciones se formularon para recuperar estudios con exposición directa a radiación UV y trabajos sobre estrés oxidativo, barrera o melanogénesis vinculados con los objetivos específicos.

Anexo 2

Matriz de selección de registros

Registro	Título abreviado	Decisión	Motivo
Wen et al., 2016	Effect of polysaccharides from <i>Tremella fuciformis</i> on UV-induced photoaging	Incluido	Modelo UV con desenlaces cutáneos directos.
Shen et al., 2017	<i>Tremella fuciformis</i> polysaccharide suppresses hydrogen peroxide-triggered injury...	Incluido	Fibroblastos humanos y estrés oxidativo cutáneo.
Lin, 2019	Differences in the moisture capacity and thermal stability...	Excluido a texto completo	Caracterización fisicoquímica sin modelo cutáneo.
Ge et al., 2020	Production, structure, and bioactivity of polysaccharide isolated...	Excluido a texto completo	No midió desenlace cutáneo directo.
Li et al., 2020	Degradation of <i>Tremella fuciformis</i> polysaccharide...	Excluido a texto completo	Actividad antioxidante general, sin modelo de piel.
Jo et al., 2021	TFCUV5 mycelial culture-derived exopolysaccharide... anti-aging effects on skin cells	Incluido	Hidratación y colágeno en células cutáneas.
Fu et al., 2021	Polysaccharides inhibit UVA-induced photodamage of human dermal fibroblasts	Incluido	Modelo UVA y mecanismo Nrf2/Keap1.
Choi, 2021	Improvement of skin photoaging by polysaccharide extract...	Incluido	UVB, colágeno, barrera, inflamación y seguridad.
Lourith et al., 2021	Moisturizing snow mushroom hand sanitizer	Incluido	Voluntarios, hidratación y tolerabilidad.
Wu et al., 2019	Structure, bioactivities and applications...: A review	Excluido en cribado	Revisión; utilizada solo como contexto.

Registro	Título abreviado	Decisión	Motivo
Ma et al., 2021	A review on the production, structure, bioactivities and applications...	Excluido en cribado	Revisión; utilizada solo como contexto.
Xiao et al., 2021	Polysaccharides ameliorated ulcerative colitis...	Excluido en cribado	Desenlace intestinal, no cutáneo.
Xu et al., 2021	Polysaccharides inhibited colonic inflammation...	Excluido en cribado	Desenlace intestinal, no cutáneo.
Yuan et al., 2022	Production, structure, and bioactivity of polysaccharide...	Excluido a texto completo	Sin modelo biológico de piel.
Chiang et al., 2022	Inhibits melanogenesis in B16F10 cells...	Incluido	Melanina, tirosinasa y migración celular.
Liu et al., 2022	Mushroom polysaccharides with potential in anti-diabetes...	Excluido en cribado	Revisión y desenlace metabólico.
Mineroff, 2023	The potential cutaneous benefits...	Excluido en cribado	Revisión narrativa; utilizada en discusión.
Lin et al., 2023	Polysaccharides alleviates UV-provoked skin cell damage...	Incluido	Queratinocitos y modelo UV crónico.
Luo et al., 2023	Polysaccharides with different molecular weight on D-galactose aging...	Incluido	Marcadores cutáneos y comparación por peso molecular.
Woźniak et al., 2023	Cosmetic formulation containing <i>Tremella fuciformis</i> extract	Incluido	TEWL, hidratación y prueba de parche.
Paterska et al., 2024	Macrofungal extracts... anti-aging therapy: A review	Excluido en cribado	Revisión; utilizada en discusión.
Xu et al., 2024	iTRAQ-based proteomic profiling of skin aging protective effects...	Incluido	Modelo animal con resultados cutáneos y proteómica.

Nota. Se eliminaron nueve duplicados antes del cribado. Los títulos se abreviaron únicamente en esta matriz; las referencias completas se presentan en la lista final.

Interpretación. La matriz confirmó que los 11 estudios incluidos presentaron un resultado biológico, instrumental o clínico relacionado con la piel. Las revisiones y los trabajos sin desenlaces cutáneos se utilizaron únicamente como contexto o se excluyeron.

Anexo 3

Instrumento de extracción de datos

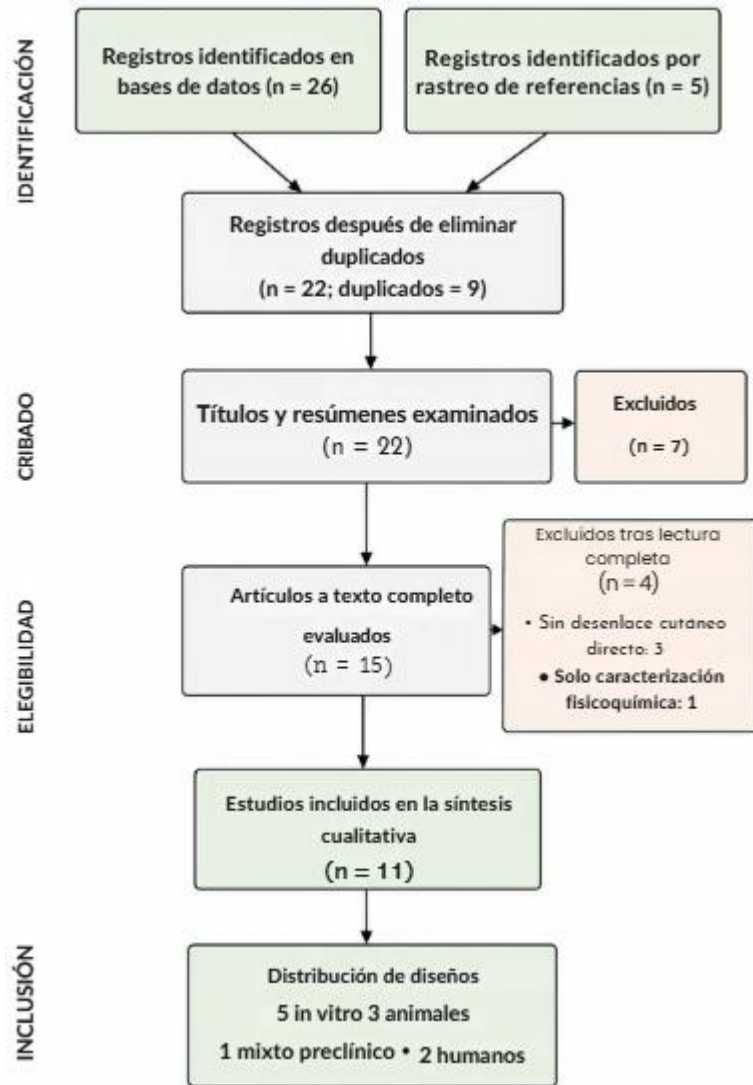
Campo	Información registrada
Identificación	Autor, año, título, revista, DOI, país.
Diseño	In vitro, animal, mixto preclínico o humano.
Modelo o muestra	Tipo de célula, especie animal, número de participantes y zona de aplicación.
Intervención	Tipo de extracto/polisacárido, concentración, dosis, vía, duración y formulación.
Comparador	Control sin tratamiento, irradiado, vehículo, placebo o basal.
Desenlaces	ROS, apoptosis, enzimas, TEWL, hidratación, barrera, colágeno, MMP, citocinas, melanina, tirosinasa y seguridad.
Resultados	Dirección del efecto, magnitud cuantitativa cuando estaba disponible y significación estadística informada.
Calidad y límites	Claridad del método, comparador, análisis, tamaño de muestra, aplicabilidad y limitación principal.

Nota. El instrumento se utilizó para organizar la síntesis y evitar afirmaciones sin respaldo en los artículos originales..

Interpretación. El instrumento facilitó la comparación de estudios con diferencias en dosis, modelos y desenlaces. También ayudó a distinguir las conclusiones directas de aquellas que solo podían considerarse inferencias.

Anexo 4

Diagrama PRISMA ampliado



Nota. El diagrama presentado en Resultados se reprodujo en este anexo para facilitar la revisión documental del proceso de selección.