



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

“ANTIOXIDANTES EN LA FOTOPROTECCIÓN”

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

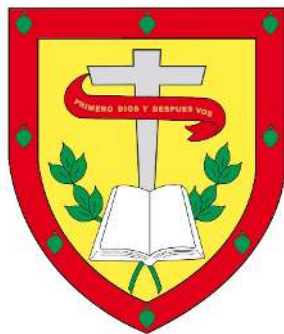
AUTOR: NAGHIB AMALOGA CHIRIBOGA PERALTA

DIRECTOR: DR. CARLOS ROLANDO ESPINOZA CARDENAS

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

“ANTIOXIDANTES EN LA FOTOPROTECCION”

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTOR: NAGHIB AMALOA CHIRIBOGA PERALTA

DIRECTOR: DR. CARLOS ROLANDO ESPINOZA CARDENAS

CUENCA - ECUADOR

2024

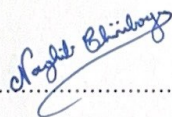
DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Naghib Amaloha Chiriboga Peralta portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0704473354**.

Declaro ser el autor de la obra: "**Antioxidantes en la fotoprotección**", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 8 de Agosto de 2024

F: 

Naghib Amaloha Chiriboga Peralta

C.I. 0704473354

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado "**Antioxidantes en la fotoprotección**" realizado por **Naghib Amaloha Chiriboga Peralta** con documento de identidad No. **0704473354**, previo a la obtención del título profesional de Médico, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cuenca, 8 de Agosto de 2024

F:
Firmado electrónicamente por:
CARLOS ROLANDO
ESPINOZA CÁRDENAS.....

Dr. Carlos Rolando Espinoza Cárdenas

DIRECTOR / TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo previo a la obtención del título, está dedicado principalmente a Dios, por fortalecerme para mantenerme firme y continuar en este proceso de cumplir esta tan anhelada meta.

A mis padres, por su amor, comprensión, sacrificio y trabajo en todos estos largos años, permitiéndome llegar hasta aquí, realmente es un orgullo y privilegio que me llamen hija.

A todas las personas que me han apoyado de una u otra manera y han hecho posible que este trabajo se realice con éxito; en especial a aquellos que compartieron sus conocimientos.

En memoria de Carmita Vivanco, mi abuelita
que soñó junto conmigo el llegar hasta aquí
y fue parte esencial para no desviar
la vista del objetivo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, quien bendice y guía mi vida y mi caminar, además de regalarme cada día el bienestar de mis padres y de mis seres queridos.

Agradezco a mis padres, Lcda. Mercy Peralta León e Ing. Rolando Chiriboga Vivanco por ser los principales precursores de mis anhelos, por creer y confiar en mí. Gracias por siempre apoyarme en cada nuevo comienzo y jamás cortarme las alas sino todo lo contrario, impulsarme a ser mejor cada día como futura profesional y como persona, si bien es cierto uno no elige a sus padres, pero sin lugar a dudas si me dieran la oportunidad de elegir, los volvería a elegir una y mil veces, así que festejemos porque este logro es tanto suyo como mío.

Gracias a todas y cada una de las personas que creyeron en mí y a las que no también, porque gracias a sus consejos o críticas estoy aquí actualmente, demostrando que el único límite es el cielo.

RESUMEN

Introducción: la radiación solar ultravioleta en la actualidad afecta a millones de personas mundialmente, encontrándose los seres humanos expuestos a esta radiación con mucha frecuencia desde muy jóvenes, debido a las actividades a realizar se encuentran indirecta o directamente relacionadas con la exposición al sol y su vez a la contaminación; estos efectos se pueden reducir mediante el uso de suplementos orales o la aplicación tópica de ciertos productos como por ejemplo los antioxidantes; lamentablemente debido al desinterés este es un tema que sigue siendo un área inexplorada, desconociendo su incidencia, efectos y cómo tener un manejo adecuado de esta exposición y sobre las medidas de fotoprotección para mejores resultados.

Revisión bibliográfica: se realizó una investigación de carácter narrativo, donde se utilizó PubMed como base de datos científica, obteniéndose que los antioxidantes pueden encontrarse en el cuerpo y en una variedad de alimentos como frutas y verduras, en suplementos y en productos cosméticos, previniendo el daño ocasionado por los radicales libres y mantener nuestra piel sana, joven y protegida; entre los dietéticos más conocidos encontramos la vitamina C y E, el zinc y el selenio.

Conclusiones: los antioxidantes, son aquellas sustancias que actúan sobre los radicales libres estabilizándolos e impidiéndoles avanzar a su fase destructiva, resultando entonces beneficioso el incluirlos en la dieta diaria y en la rutina del cuidado de la piel, garantizando de esta manera que los efectos nocivos causados por la radiación UV no sean tan perjudiciales o dañinos como si no usáramos ninguna medida de fotoprotección.

Palabras clave: Antioxidantes, Efectos de la radiación, Protección de la piel.

ABSTRACT

Introduction: Ultraviolet solar radiation currently affects millions of people worldwide, with human beings frequently exposed to this radiation from a very young age due to activities that are indirectly or directly related to sun exposure and pollution. These effects can be reduced through oral supplements or the topical application of certain products such as antioxidants. Unfortunately, due to the lack of interest, this topic remains unexplored, with little known about its incidence, effects, how to properly manage this exposure, and the photoprotection measures for better results.

Literature Review: A narrative research was conducted using PubMed as a scientific database, showing that antioxidants can be found in the body and various foods such as fruits and vegetables, supplements, and cosmetic products. They prevent the damage caused by free radicals and keep the skin healthy, young, and protected; the most well-known dietary supplements are vitamins C and E, zinc, and selenium.

Conclusion: Antioxidants are substances that act on free radicals, stabilizing them and preventing them from advancing to their destructive phase. Therefore, it is beneficial to include them in the daily diet and skincare routine, ensuring that the harmful effects caused by UV radiation are not as detrimental or damaging as they would be without any photoprotection measures.

Keywords: Antioxidants, Radiation effects, Skin protection.

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	10
MÉTODOLOGÍA	11
DESARROLLO DEL TRABAJO.....	13
Radiación ultravioleta	13
Fotoprotección.....	13
Los antioxidantes.....	14
CONCLUSIONES.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20
ANEXOS	24

INTRODUCCIÓN

Los antioxidantes son sustancias que protegen las células del cuerpo frente a el daño causado por los radicales libres, mismos que son moléculas inestables y reactivas que actúan dañando o alterando proteínas, membranas celulares y ADN. Los radicales libres son generados por procesos naturales en nuestro cuerpo, como la respiración, pero también son producidos en mayor cantidad por factores externos que pueden ser la exposición a la luz solar, contaminación y tabaco (1).

Los seres humanos se encuentran expuestos a la radiación ultravioleta (RUV) desde muy jóvenes, debido a que muchas de las actividades que realizan se encuentran indirecta o directamente relacionadas con la exposición al sol y su vez a la contaminación, considerandose esta exposición uno de los principales factores que contribuyen a la producción de radicales en nuestra piel; los rayos ultravioletas pueden dañar el ADN de nuestras células, causando envejecimiento prematuro, arrugas, manchas y también aumentando el riesgo de cáncer de piel, siendo fundamental protegerla de la radiación UV y una de las alternativas que ayuda a disminuir los efectos nocivos es la utilización de antioxidantes tópicos y por VO (1,2).

Los antioxidantes dietéticos más conocidos y quizás los más importantes son la vitamina C y E, el zinc y el selenio; estos pueden ser encontrados en una variedad de alimentos como pueden ser frutas y verduras, así como también en suplementos y productos cosméticos. Al incluir antioxidantes en la dieta, y en la rutina del cuidado de la piel, previenen el daño causado por estos radicales y ayudan a mantener nuestra piel sana, joven y protegida (3).

Por esta razón este trabajo tiene como objetivos el determinar la eficacia de los antioxidantes como coadyuvantes en la fotoprotección, además de identificar los principales antioxidantes conjuntamente con su importancia.

MÉTODOLÓGÍA

Se realizó una búsqueda de carácter bibliográfica del 8 al 12 de abril del 2024 en la base de datos PubMed, empleando las siguientes palabras clave: Antioxidantes, Antioxidants, Efectos de la radiación, Radiation Effects, Protección de la piel, Skin Care, las cuales fueron consultadas en la página web de descriptores en ciencia de la salud DECS/MESH. De igual manera, se empleó el operador booleano "AND" para construir los algoritmos de búsqueda

("Antioxidants"[Mesh]) AND "Radiation Effects"[Mesh] ("Antioxidants"[Mesh]) AND "Skin Care"[Mesh].

Se obtuvieron un total de 720 artículos, se aplicaron los criterios de inclusión:

- Artículos completos gratuitos.
- Artículos en humanos.
- Artículos cuya publicación sea en los últimos 5 años.
- Publicaciones de tipo revisión sistemática, metanálisis y ensayos clínicos.

Obteniendo un total de 44 artículos. Se procedió con el análisis de los títulos y resumen de cada uno de los estudios, excluyéndose 3 artículos por presentar un resumen no relevante para la investigación. Se analizaron los 41 artículos de forma completa y se suprimieron 3 artículos por datos poco confiables y 1 por datos incompletos; incluyendo finalmente 37 artículos de calidad en la presente revisión bibliográfica.

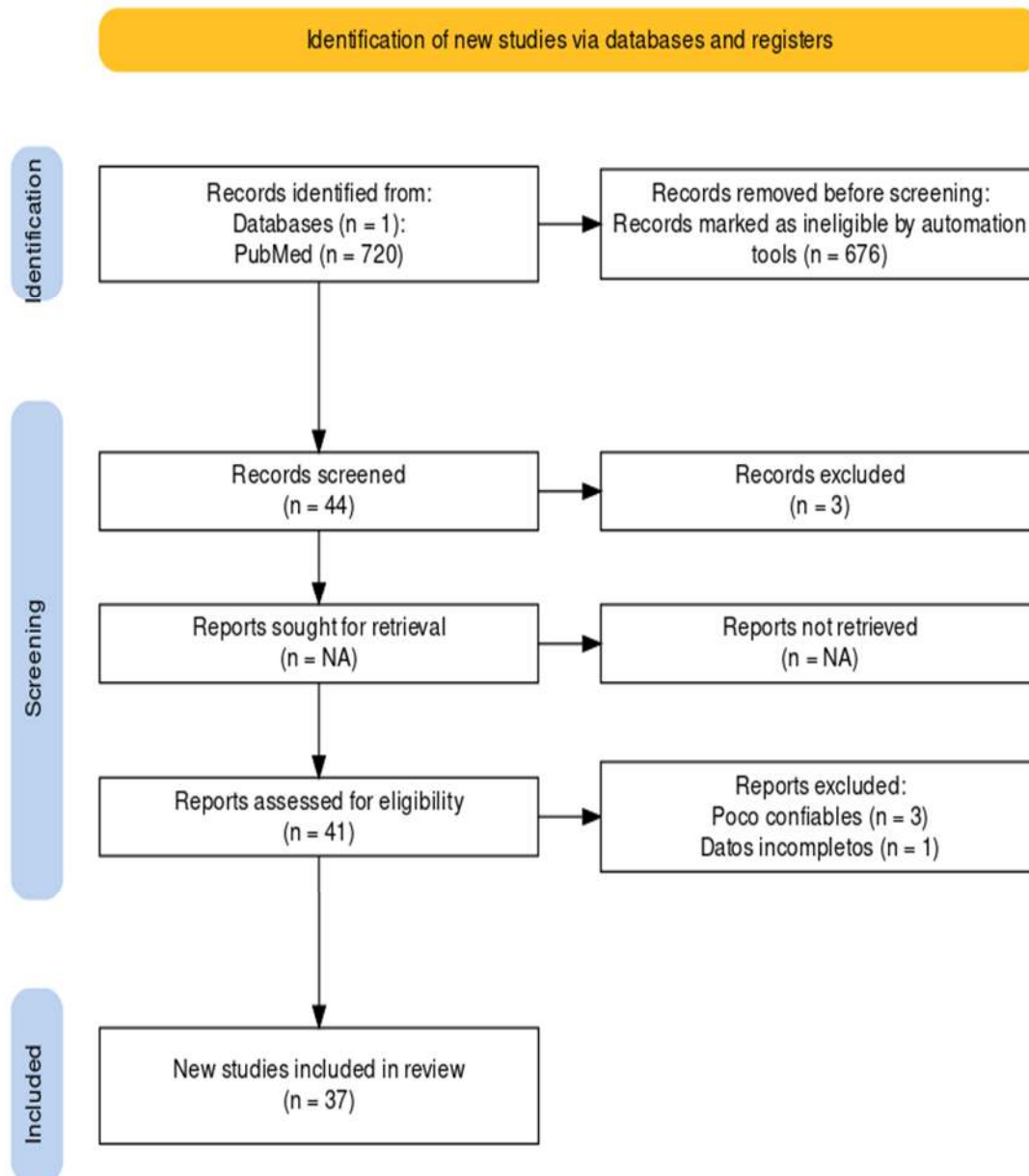


Figura 1. Diagrama de flujo de la identificación de bases de datos.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Radiación ultravioleta

Los seres humanos se encuentran expuestos a la radiación ultravioleta (RUV) desde muy jóvenes, debido a que muchas de las actividades que realizan se encuentran indirecta o directamente relacionadas con la exposición al sol y su vez a la contaminación (4). Esta RUV usualmente se absorbe por algunas estructuras presentes en la piel como por ejemplo en las proteínas, ADN, ARN, lípidos de membrana, entre otras (5); la mayoría de autores exponen que al referirse a daño cutáneo se deben tener bien identificados y diferenciados 3 tipos de RUV, uno de ellos es la radiación ultravioleta A (UVA) la cual es la encargada de esa coloración dorada en la piel, en otras palabras del bronceado, ya que esta pasa a través o por medio de la capa de ozono y representa un 98% (6).

La radiación ultravioleta B (UVB) es considerada la más dañina por no ser capaz de ser retenida por ningún tipo de cristal, además, por ser la principal causante de diversas afecciones como la aparición de pecas y/o de manchas, el envejecimiento prematuro, el cáncer de piel y una que otra molestia en los ojos; la radiación ultravioleta C (UVC) por otro lado no llega a la tierra ya que afortunadamente esta sí se absorbe en la atmósfera, pero en caso de que no fuera así sería la que más daño causara por su alto nivel de energía (6,7). Aquí la importancia de la utilización de protectores solares de amplio espectro con la capacidad de brindar protección tanto hacia UVA y UVB (8).

Fotoprotección

Para prevenir los efectos dañinos ocasionados por la prolongada o excesiva exposición a la radiación de la luz solar, se menciona la utilización o implementación de algún tipo de fotoprotector sea tópico o sistémico, acompañado de ciertas medidas que brindarán una mejor protección (3). Los fotoprotectores en otras palabras son agentes que buscan proteger la composición o estructura de la piel, además de conservar la función de la misma contra el daño solar (9); los protectores solares, los cuales aparte de ser cosméticos eficaces y seguros, cumplen la función de interactuar con la radiación de 3 maneras que son la dispersión, la reflexión y la absorción, protegiendo de esta manera a la piel de futuras alteraciones (2).

La evolución de estos métodos hace que con regularidad se descubran nuevas maneras para prevenir el daño extrínseco y se busquen medios endógenos para reducir la exposición solar y

complementar los protectores ya utilizados, además de los antioxidantes, el uso de enzimas regeneradoras también puede tener cierto efecto positivo o beneficioso en la piel, que a veces puede solucionarse o recuperarse de aquellos daños causados por la radiación (10). Cuando la piel tiene una exposición constante a la radiación UV, se producen varios cambios, a menudo causados por antioxidantes enzimáticos los cuales pueden ser el superóxido dismutasa, peroxidasa, glutatión reductasa y catalasa; además de antioxidantes no enzimáticos neutralizados por oxidantes como el alfa-tocoferol o llamado vitamina E y ácido ascórbico o vitamina C (11).

Los antioxidantes

Los antioxidantes más importantes de la piel son la vitamina C y E. Los efectos directos de la exposición a los rayos UV se pueden reducir mediante el uso de suplementos orales o la aplicación tópica de antioxidantes. Sin embargo, esto requiere altas dosis de antioxidantes (12). Estas dosis tienen alta probabilidad de ocasionar diversos síntomas como por ejemplo la intolerancia gástrica, esto únicamente si se aplican sistémicamente o irritación de la piel cuando se aplican tópicamente (13).

Los antioxidantes al ser sustancias que actúan contra los radicales de la piel, es decir los estabiliza e impide seguir su fase destructiva; los radicales libres como tal no son del todo dañinos ya que cumplen un papel indispensables para un correcto funcionamiento del organismo, esto debido a que no son responsables únicamente del envejecimiento y de enfermedades subyacentes, sino que también actúan en el proceso de producción de energía, además nos permiten combatir los virus y las bacterias (14). El origen de estos antioxidantes puede ser de 2 maneras, uno es cuando el propio cuerpo los fabrica, ejemplo el ácido úrico o la melatonina, y la otra forma es a través de la dieta o alimentación, es decir, por medio del consumo de fruta y verdura (15).

El proceso que llevan a cabo los antioxidantes consta de: a) prevención, impidiendo la formación de estos radicales, b) regeneración, reparación de radicales libres mediante procesos endógenos y c) radicales libres (16). El alfa-tocoferol y los carotenoides, son antioxidantes dietéticos solubles en grasa y que tienen una gran capacidad para proteger a las membranas celulares de la peroxidación lipídico. Y la vitamina C actúa como un cofactor, tienen el mayor efecto sobre la piel (17).

El porcentaje en la piel de los antioxidantes en áreas expuestas a la luz son más altos. La cantidad de ácido ascórbico en la epidermis es cinco veces mayor que en la dermis (1). Además, los estudios han demostrado que los queratinocitos tienen niveles más altos de ferritina que los fibroblastos debido a su ubicación anatómica. Los antioxidantes dietéticos más conocidos y quizás los más importantes son la vitamina C y E, el zinc y el selenio (18).

A los antioxidantes primarios los fabrica nuestro organismo, pudiendo tratarse de factores específicos como: el glutatión o dicho de otra manera un poderoso desintoxicante celular, el ácido alfaipoico, el ácido úrico o la coenzima Q10 (19). Pero también se mencionan enzimas tales como la catalasa, glutatión reductasa y el superóxido dismutasa, que para activarse necesitan la presencia de minerales alimenticios como, por ejemplo, hierro para la catalasa, zinc y cobre para el superóxido dismutasa, selenio para el glutatión peroxidasa. Por todo ello, es de suma importancia los antioxidantes que aporta la alimentación (20).

La coenzima Q10 conocida como ubiquinone, juega un papel crucial en la producción de energía en las células y ayuda a proteger el cuerpo contra el estrés oxidativo, en relación con la piel, es beneficiosa porque puede ayudar a disminuir los signos del envejecimiento, como las arrugas y la pérdida de elasticidad; Utilizar productos tópicos que contienen este antioxidante en específico ayuda a aumentar sus niveles en la piel y protegerla de los daños causados por los radicales libres (20,21).

Los antioxidantes secundarios están presentes únicamente en la alimentación como en las vitaminas C, E y también B2; en oligoelementos como cobre, zinc, hierro y selenio; los cuales son necesarios para la activación de enzimas protectoras, compuestos de fruta y verdura: carotenoides, polifenoles, isotiocianatos y finalmente compuestos de especias y plantas aromáticas: terpenos (21). Los polifenoles presentes en el vino tinto constituyen una familia de miles de miembros y sus efectos son hasta la actualidad poco conocidos. La vitamina E impide que las grasas del cuerpo se oxiden (22).

Antioxidantes dietéticos más conocidos

- Vit C, E y B2
 - Oligoelementos: zinc, cobre, selenio y hierro.
-

Tabla 1. Antioxidantes más comunes (18).

Existen diversos estudios que mencionan la importancia de los antioxidantes en la prevención de determinadas patologías, aunque, en apartados anteriores se ha comentado que en realidad el espectro de acción de los antioxidantes se solapa con el espectro de acción de las radiaciones UVA, por lo que su efecto fotoprotector no es sólo con cosas específicas sino que contra el daño molecular y del ADN causado por el famoso estrés oxidativo a consecuencia de la radiación UV (23).

Estos daños se encuentran presentes en todos los ámbitos de la salud, y el hecho de que la radiación UV sea el factor más potente en el daño cutáneo inducido por el estrés oxidativo, hace que exista una búsqueda continua de sustancias antioxidantes que desempeñen un papel en este campo, tanto tópica y sistémicamente (24).

La vitamina E es la protectora de la grasa corporal, ya que a los radicales libres que se encuentran en el interior de las grasas no les permite enraizarse. La expresión vitamina E abarca de hecho numerosas sustancias: cuatro tocoferoles y cuatro tocotrienoles. Casi todas las investigaciones se centran en el alfatocoferol porque es la forma mayoritaria en la sangre humana. Sin embargo, el gammatocoferol es la forma que se encuentra de forma más común en la alimentación. Esta vitamina representa el primer obstáculo protector natural en contra los rayos solares nocivos ya que está situada en las paredes celulares, además detiene los rayos UV (25).

El sol es otro factor que mencionaremos ya que se encuentra implicado en el origen del envejecimiento cutáneo prematuro afectando con mayor frecuencia a la cara, cuello, escote, espalda y manos. Si se reciben demasiados rayos UV estos radicales al encontrarse en desproporcionadas cantidades atacan a las células de la piel, al colágeno y a la elastina, por lo que la piel se transforma y pasa a ser rugosa, seca y pierde su flexibilidad; apareciendo arrugas, manchas marrones y las pequeñas varices (26). Al neutralizar estos radicales la vitamina E ayuda a mantener la piel estéticamente mejor durante más tiempo. Ciertos estudios han mostrado que la combinación oral de 3 g diarios de vitamina E, conjuntamente con 2 g diarios de vitamina C logran mayor efecto antioxidante; de igual forma, las combinaciones tópicas son eficaces (27).

La vitamina C es el antioxidante más importante y que mayormente predomina en la piel, siendo aproximadamente 200 veces más potente que la vitamina E, además tiene un papel importante en la síntesis de colágeno, siendo fácilmente soluble al agua y con un bajo

peso molecular, haciéndolo eficaz para tratar la pigmentación (28). Con la edad, la concentración de esta vitamina en la sangre también disminuye, las personas mayores comen menos frutas y legumbres ricas en esta vitamina; la administración simultánea tópica y oral mantiene una mayor concentración y así reduce los efectos causados por la radiación, una fórmula especial elimina la carga iónica inicial de las moléculas, asegurando así una buena penetración (29).

Los carotenoides son pigmentos fabricados por las plantas. Existen más de 600 tipos, siendo los más importantes el betacaroteno, el alfacaroteno, la luteína, la zeaxantina y el licopeno, ya que son los que dan a la fruta y a la verdura el color naranja, rojo o amarillo. Su función esencial es proteger a las plantas de los estragos que producen los radicales libres por la exposición al sol, sin ellos las plantas se quemarían con sus rayos. La mayoría de los carotenoides tienen una propiedad antioxidante. Como ocurre con las plantas, nos ayudan a protegernos de la luz solar interviniendo en los lugares donde más se necesitan, enfrentándose a los rayos UVA sobre todo en la piel y los ojos (30).

El hombre encuentra una cincuentena de carotenoides en su alimentación habitual. El betacaroteno, el alfacaroteno, el licopeno, la criptoxantina, la zeaxantina y la luteína son los carotenoides más comunes. Se encuentran sobre todo en la fruta y en la verdura de coloración roja o naranja, ya que son los carotenoides los que les otorgan ese color tan particular. Las ingestas diarias recomendadas de betacaroteno se expresan en equivalentes de retinol (RE), que corresponden a una forma activa de la vitamina A. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) aconseja que el aporte de vitamina A se componga de un 70-90% de carotenoides provitamina A, lo que significa tomar una dosis de betacaroteno de 350 ER por día (31).

Vitamina D llamada el calcitriol o 1,25 dihidroxi vitamina D3 que en otras palabras es la forma activa de esta, siendo esencial en el metabolismo óseo principalmente. Distintos estudios in vitro mostraron que el uso prolongado de protector solar reduce o limita la absorción de la misma, pero esto no se ha confirmado in vivo (32). El uso inadecuado de protector solar puede ser una razón, pero se ha confirmado o constatado que tomar vitamina D por vía oral como suplemento dietético o reconstituyente reduce significativamente los efectos negativos de la radiación UV (33).

La utilización de distintos métodos de fotoprotección ha mermado la aparición de diversas lesiones. Se hace hincapié en que la combinación de diferentes agentes fotoprotectores aumentan su eficacia y seguridad, permitiendo una protección óptima de la piel (34,35). Actualmente se especula acerca del desarrollo de nuevas estrategias de foto protección, lo que permite tener diversas y distintas herramientas, pero, lo más importante es la educación sobre la protección contra la luz solar y tomar conciencia sobre la importancia del cuidado de la piel (36,37).

CONCLUSIONES

Los antioxidantes al ser sustancias que combaten a los famosos radicales libres, es decir que los estabilizan y les impide avanzar a su fase destructiva , resulta beneficioso o favorable el incluirlos en la dieta diaria y en la rutina o pasos para el cuidado de la piel, garantizando que los efectos nocivos causados por la radiación no sean tan dañinos o contraproducentes, estos pueden originarse de 2 maneras, una es cuando el propio cuerpo los fabrica, y la otra es a través de la dieta u alimentación, es decir por medio del consumo de distintas frutas y verduras ricos en este compuesto como pueden ser la vitamina C y E, el zinc y el selenio, o en ciertos suplementos y productos cosméticos, evidenciando cierto porcentaje de eficacia en nuestra piel al incluirlos en el día a día, asegura que nuestra piel se mantenga sana, joven y protegida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Li J, Henning S, Thames G, Bari O, Tran P, Tseng C, et al. Almond consumption increased UVB resistance in healthy Asian women. *J Cosmet Dermatol*. 2021; 20(9).
2. Morton S, Harrison S. Slip, Slop, Slap, Slide, Seek and Sport: A Systematic Scoping Review of Sun. *Oncol*. 2023; 30(1): p. 401-415.
3. Alonso-Belmonte C, Montero-Vilchez T, Arias-Santiago S, Buendía-Eisman A. Situación actual de la prevención del cáncer de piel: una revisión sistemática. *ACTASDermo-Sifiliográficas*. 2022; 113(8): p. 781-791.
4. Wong Q, Chew F. Defining skin aging and its risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2021; 11(1): p. 22075.
5. Matta M, Florian J, Zusterzeel R, Pilli N, Patel V, Volpe D, et al. Effect of Sunscreen Application on Plasma Concentration of Sunscreen Active Ingredients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2020; 323(3): p. 256-267.
6. Young A, Narbutt J, Harrison G, Lawrence K, Bell M, O'Connor C, et al. Optimal sunscreen use, during a sun holiday with a very high ultraviolet index, allows vitamin D synthesis without sunburn. *Br J Dermatol*. 2019; 81(5): p. 1052-1062.
7. Mustieles V, Balogh R, Axelstad M, Montazeri P, Márquez S, Vrijheid M, et al. Benzophenone-3: Comprehensive review of the toxicological and human evidence with meta-analysis of human biomonitoring studies. *Environ Int*. 2023; 173: p. 107739.
8. Granger C, Aladren S, Delgado J, Garre A, Trullas C, Gilaberte Y. Prospective Evaluation of the Efficacy of a Food Supplement in Increasing Photoprotection and Improving Selective Markers Related to Skin PhotoAgeing. *Dermatol. Ther*. 2020; 10: p. 163-178.
9. Rueegg C, Stenehjem J, Egger M, Ghiasvand R, Cho E, Lund E, et al. Challenges in assessing the sunscreen-melanoma association. *Int J Cancer*. 2019; 144(11): p. 2651-2668.
10. Puścion-Jakubik A, Markiewicz-Żukowska R, Naliwajko S, Gromkowska-Kępka K, Moskwa J, Grabia M, et al. Intake of Antioxidant Vitamins and Minerals in Relation to

- Body Composition, Skin Hydration and Lubrication in Young Women. *Antioxidants* (Basel). 2021; 10(7).
11. Ivarsson J, Pecorelli A, Lila M, Valacchi G. Blueberry Supplementation and Skin Health. *Antioxidants* (Basel). 2023; 12(6).
 12. Hecker A, Schellnegger M, Hofmann E, Luze H, Nischwitz S, Kamolz L, et al. The impact of resveratrol on skin wound healing, scarring, and aging. *Int Wound J*. 2022; 19(1).
 13. Imhof L, Leuthard D. Topical Over-the-Counter Antiaging Agents: An Update and Systematic Review. *Dermatology*. 2021; 237(2).
 14. Shin J, Kwon S, Choi J, Na J, Huh C, Choi H, et al. Molecular Mechanisms of Dermal Aging and Antiaging Approaches. *Int. J. Mol. Sci*. 2019; 20: p. 2126.
 15. Woodby B, Penta K, Pecorelli A, Lila M, Valacchi G. Skin Health from the Inside Out. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2020; 11: p. 235-254.
 16. Yatsushashi H, Takumi H, Terada Y, Kuriki T. Effects of Oral Supplementation with Paprika Xanthophylls on Human Skin Moisture. *J Oleo Sci*. 2022; 71(5).
 17. Yamada M, Prow T. Physical drug delivery enhancement for aged skin, UV damaged skin and skin cancer: Translation and commercialization. *Adv Drug Deliv Rev*. 2020; 153.
 18. Stroupbauer E, Parke M, Perez A, Tantry E, Katta R. Functional Foods in Dermatology. *Dermatol Pract Concept*. 2023; 13(4).
 19. Neale R, Khan S, Lucas R, Waterhouse M, Whiteman D, Olsen C. The effect of sunscreen on vitamin D: a review. *Br J Dermatol*. 2019; 181(5): p. 907915.
 20. Alvares B, Miola A, Schimitt J, Miot H, Abbade L. Efficacy of sunscreen with photolyase or regular sunscreen associated with topical. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2022; 97(2): p. 157-165.

21. Calvo M, Navarro C, Durán P, Galan N, Parra L, Pacheco L, et al. Antioxidants in Photoaging: From Molecular Insights to Clinical Applications. *Int J Mol Sci.* 2024; 25(4): p. 2403.
22. Ribet V, Nobile V, Rossi A. In situ antioxidant activity of a dermo-cosmetic product: A randomized controlled clinical study.. *Exp Dermatol.* 2019; 28(11): p. 1219-1226.
23. Gruber F, Kremslehner C, Eckhart L, Tschachler E. Cell aging and cellular senescence in skin aging—Recent advances in fibroblast and keratinocyte biology.. *Exp. Gerontol.* 2020; 130.
24. Russell-Goldman E, Murphy G. The Pathobiology of Skin Aging: New Insights into an Old Dilemma. *Am. J. Pathol.* 2020; 190.
25. Albrecht S, Jung S, Müller R, Lademann J, Zuberbier T, Zastrow L, et al. Skin type differences in solar-simulated radiation-induced oxidative stress. *Br. J. Dermatol.* 2019; 180.
26. Langton A, Graham H, Griffiths C, Watson R. Ageing significantly impacts the biomechanical function and structural composition of skin. *Exp. Dermatol.* 2019; 28.
27. Karimi N. Approaches in line with human physiology to prevent skin aging.. *Front Physiol.* 2023; 14.
28. Cao C, Xiao Z, Wu Y, Ge C. Diet and Skin Aging-From the Perspective of Food Nutrition.. *Nutrients.* 2020; 12(3).
29. Djawad K, Patellongi I, Miskad U, Massi M, Yusuf I, Faruk M. Single or Daily Application of Topical Curcumin Prevents Ultraviolet B-Induced Apoptosis in Mice.. *Molecules.* 2023; 28(1).
30. Hou J, Fang F, Kang S, Wang Z, Yang Y. Curcumin from Jianghuang (*Rhizoma Curcumae Longae*) protects against exposure to ultraviolet B by antioxidation and attenuating mitochondrion-dependent apoptosis.. *J Tradit Chin Med.* 2020; 40(5).
31. Rao Y, Pai M, Krishnaprasad P, Pai M, Murlimanju B, Mohan A, et al. Virgin coconut oil - its methods of extraction, properties and clinical usage: a review. *Clin Ther.* 2024; 175(2).

32. Krutmann J, Schikowski T, Morita A, Berneburg M. Environmentally-Induced (Extrinsic) Skin Aging: Exposomal Factors and Underlying Mechanisms. *J Invest Dermatol.* 2021; 141(45).
33. Choi S, Han J, Kim J, Kim A, Kim S, Lee W, et al. Advances in dermatology using DNA aptamer "Aptamin C" innovation: Oxidative stress prevention and effect maximization of vitamin C through antioxidation. *J Cosmet Dermatol.* 2020; 19(4).
34. Scaquh S, Pham C, Smith J, Mesinkovska N. The banned sunscreen ingredients and their impact on human health: a systematic review. *Int J Dermatol.* 2020; 59(9).
35. Heerfordt I, Lerche C, Philipsen P, Wulf H. Experimental and approved treatments for skin photosensitivity in individuals with erythropoietic protoporphyria or X-linked protoporphyria: A systematic review.. *Biomed Pharmacother.* 2023; 158.
36. Anbualakan K, Tajul N, Makpol S, Jamil A, Mohd E, Pauzi S, et al. A Scoping Review on the Effects of Carotenoids and Flavonoids on Skin Damage Due to Ultraviolet Radiation.. *Nutrients.* 2022; 141(45).
37. Jimenez-Gómez N, López-Suárez A, Haro S, Fernández-González P, Monserrat J, Eraña-Tomás I, et al. Immunomodulation with AM3 and antioxidants creates an adequate framework for skin repair and decreases the monocyte proinflammatory stage in smoker women.. *Biomed Pharmacother.* 2024; 170.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de inclusión y exclusión de artículos.

NUMERACIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	AUTOR	TÍTULO DEL ESTUDIO	NOMBRE DE LA REVISTA	CUARTIL	INCLUIDO	EXCLUIDO	MOTIVO DE EXCLUSIÓN
1	2022	Alonso-Belmonte C, Montero-Vilchez T, Arias-Santiago S, Buendía-Eisman A.	Situación actual de la prevención del cáncer de piel: una revisión sistemática.	ACTAS Dermo-Sifilográficas	Q3	x		
2	2020	Scaquh S, Pham C, Smith J, Mesinkovska NA.	The banned sunscreen ingredients and their impact on human health: a systematic review.	Int J Dermatol.	Q1	x		
3	2019	Neale RE, Khan SR, Lucas RM, Waterhouse M, Whitman DC, Olsen CM.	The effect of sunscreen on vitamin D: a review	Br J Dermatol.	Q1	x		
4	2022	Alvares BA, Miola AC, Schmitt JV, Miot HA, Abbade LPF.	Efficacy of sunscreen with photolyase or regular sunscreen associated with topical antioxidants in treating advanced photodamage and cutaneous field cancerization: a randomized clinical trial	Anais Brasileiros de Dermatologia	Q3	x		
5	2019	Young AR, Narbutt J, Harrison GI, Lawrence KP, Bell M, O'Connor C, Olsen P, Grys K, Baczynska KA, Rogowski-Tylian M, Wulf HC, Lesiak A, Philipsen PA.	Optimal sunscreen use, during a sun holiday with a very high ultraviolet index, allows vitamin D synthesis without sunburn	Br J Dermatol.	Q1	x		
6	2020	Matta MK, Florian J, Zusterzeel R, Pilli NR, Patel V, Volpe DA, Yang Y, Oh L, Bashaw E, Zineh I, Sanabria C, Kemp S, Godfrey A, Adah S, Coelho S, Wang J, Furlong LA, Ganley C, Michele T, Strauss DG.	Effect of Sunscreen Application on Plasma Concentration of Sunscreen Active Ingredients: A Randomized Clinical Trial.	JAMA.	Q1	x		
7	2023	Mustieles V, Balogh RK, Axelstad M, Montazeri P, Márquez S, Vrijheid M, Draskau MK, Taxvig C, Peinado FM, Berman T, Frederiksen H, Fernández MF, Marie Vinggaard A, Andersson AM.	Benzophenone-3: Comprehensive review of the toxicological and human evidence with meta-analysis of human biomonitoring studies.	Environ Int.	Q1	x		
8	2023	Heertorff Ivi, Lerche CM, Philipsen PA, Wulf HC.	Experimental and approved treatments for skin photosensitivity in individuals with erythropoietic protoporphyria or X-linked protoporphyria: A systematic review.	Biomed Pharmacother.	Q1	x		
9	2023	Morton S, Harrison S.	Slip, Slop, Slap, Slide, Seek and Sport: A Systematic Scoping Review of Sun Protection in Sport in Australasia	Oncol	Q1	x		
10	2019	Rueegg CS, Stenehjem JS, Egger M, Ghiasvand R, Cho E, Lund E, Wederpass E, Green AC, Veierød MB.	Challenges in assessing the sunscreen-melanoma association.	Int J Cancer	Q1	x		
11	2022	Fernandez-Ruiz J, Montero-Vilchez T, Buendía-Eisman A, Arias-Santiago S.	Knowledge, Behaviour and Attitudes Related to Sun Exposure in Sportspeople: A Systematic Review.	Int J Environ Res Public Health.	Q2		x	No contiene información de importancia o relevante al tema
12	2019	Ribet V, Nobile V, Rossi AB.	In situ antioxidant activity of a dermo-cosmetic product: A randomized controlled clinical study.	Exp Dermatol.	Q1	x		

13	2024	Calvo MJ, Navarro C, Durán P, Galán-Freyte NJ, Parra Hernández LA, Pacheco-Londoño LC, Castelanich D, Bermúdez V, Chacín M.	Antioxidants in Photoaging: From Molecular Insights to Clinical Applications.	Int J Mol Sci	Q2	x		
14	2021	Wong QYA, Chew FT.	Defining skin aging and its risk factors: a systematic review and meta-analysis.	Sci Rep.	Q1	x		
15	2020	Granger, C.; Aladren, S.; Delgado, J.; Garre, A.; Trullas, C.; Gilaberte, Y.	Prospective Evaluation of the Efficacy of a Food Supplement in Increasing Photoprotection and Improving Selective Markers Related to Skin Photo-Ageing.	Dermatol. Ther.	Q1	x		
16	2020	Gruber, F.; Krenshlechner, C.; Eckhart, L.; Tschachler, E.	Cell aging and cellular senescence in skin aging—Recent advances in fibroblast and keratinocyte biology.	Exp. Gerontol.	Q2	x		
17	2020	Russell-Goldman, E.; Murphy, G.F.	The Pathobiology of Skin Aging: New Insights into an Old Dilemma.	Am. J. Pathol.	Q1	x		
18	2019	Shin, J.-W.; Kwon, S.-H.; Choi, J.-Y.; Na, J.-I.; Huh, C.-H.; Choi, H.-R.; Park, K. C.	Molecular Mechanisms of Dermal Aging and Antiaging Approaches.	Int. J. Mol. Sci.	Q2	x		
19	2019	Abrecht, S.; Jung, S.; Müller, R.; Lademann, J.; Zuberbier, T.; Zastrow, L.; Reble, C.; Beckers, I.; Menke, M.C.	Skin typed differences in solar-simulated radiation-induced oxidative stress.	Br. J. Dermatol.	Q1	x		
20	2019	Langton, A.K.; Graham, H.K.; Griffiths, C.E.M.; Watson, R.E.B.	Ageing significantly impacts the biomechanical function and structural composition of skin.	Exp. Dermatol.	Q2	x		

21	2023	Ivarsson J Jr, Pecorelli A, Lila MA, Valacchi G.	Blueberry Supplementation and Skin Health.	Antioxidants (Basel).	Q2	x		
22	2020	Woodby B, Penta K, Pecorelli A, Lila MA, Valacchi G.	Skin Health from the Inside Out.	Annu Rev Food Sci Technol.	Q1	x		
23	2021	Puścion-Jakubik A, Markiewicz-Zukowska R, Naliwajko SK, Gromkowska-Kepka KJ, Moskwa J, Grabia M, Mielech A, Bielecka J, Karpińska E, Mielczarek K, Nowakowski P, Socha K.	Intake of Antioxidant Vitamins and Minerals in Relation to Body Composition, Skin Hydration and Lubrication in Young Women.	Antioxidants (Basel).	Q2	x		
24	2022	Hecker A, Schellnegger M, Hofmann E, Luze H, Nischwitz SP, Kamolz LP, Kottbeck P.	The impact of resveratrol on skin wound healing, scarring, and aging.	Int Wound J.	Q1	x		
25	2021	Imhof L, Leuthard D.	Topical Over-the-Counter Antiaging Agents: An Update and Systematic Review.	Dermatology.	Q1	x		
26	2022	Yatsuhashi H, Takumi H, Terada Y, Kuriki T.	Effects of Oral Supplementation with Paprika Xanthophylls on Human Skin Moisture.	J Oleo Sci.	Q3	x		
27	2020	Yamada M, Prow TW.	Physical drug delivery enhancement for aged skin, UV damaged skin and skin cancer: Translation and commercialization.	Adv Drug Deliv Rev.	Q1	x		
28	2021	LIJN, Henning SM, Thames G, Bari O, Tran PT, Tseng CH, Heber D, Kim J, Li Z.	Almond consumption increased UVB resistance in healthy Asian women.	J Cosmet Dermatol.	Q2	x		
29	2023	Stroupbauer E, Parke M, Perez-Sanchez A, Tantry E, Katta R.	Functional Foods in Dermatology.	Dermatol Pract Concept.	Q2	x		

30	2023	Karimi N.	Approaches in line with human physiology to prevent skin aging.	Front Physiol.	Q2	x		
31	2020	Cao C, Xiao Z, Wu Y, Ge C.	Diet and Skin Aging-From the Perspective of Food Nutrition.	Nutrients.	Q1	x		
32	2023	Djavad K, Patellongi U, Miskad UA, Massi MN, Yusuf I, Faruk M.	Single or Daily Application of Topical Curcumin Prevents Ultraviolet B-Induced Apoptosis in Mice.	Molecules.	Q2	x		
33	2020	Hou J, Fang F, Kang S, Wang Z, Yang Y. .	Curcumin from Jianghuang (Rhizoma Curcumae Longae) protects against exposure to ultraviolet B by antioxidation and attenuating mitochondrion-dependent apoptosis.	J Tradit Chin Med.	Q3	x		
34	2024	Rao YL, Pai MM, Krishnaprasad PR, Pai MV, Murlimanju BV, Mohan A, Prabhu LV, Vadgaonkar K.	Virgin coconut oil - its methods of extraction, properties and clinical usage: a review.	Clin Ther.	Q1	x		
35	2020	Choi S, Han J, Kim JH, Kim AR, Kim SH, Lee W, Yoon MY, Kim G, Kim YS.	Advances in dermatology using DNA aptamer "Aptamin C" innovation: Oxidative stress prevention and effect maximization of vitamin C through antioxidation.	J Cosmet Dermatol.	Q2	x		
36	2021	Krutmann J, Schikowski T, Morita A, Berneburg M.	Environmentally-Induced (Extrinsic) Skin Aging: Exposomal Factors and Underlying Mechanisms.	J Invest Dermatol.	Q1	x		

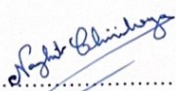
37	2022	Anbualakan K, Tajul Urus NQ, Makpol S, Jamil A, Mohd Ramli ES, Md Pauzi SH, Muhammad N.	A Scoping Review on the Effects of Carotenoids and Flavonoids on Skin Damage Due to Ultraviolet Radiation.	Nutrients.	Q1	x		
38	2024	Jiménez-Gómez N, López-Suárez A, Haro S, Fernández-González P, Monserrat J, Efraña-Tomás I, Cuevas-Santos J, Rodríguez-Luna A, Ortega MA, Gómez-Sánchez MJ, Díaz D, Jaén-Olasolo P, Álvarez-Mon M.	Immunomodulation with AM3 and antioxidants creates an adequate framework for skin repair and decreases the monocyte proinflammatory stage in smoker women.	Biomed Pharmacother.	Q1	x		
39	2020	Yamada M, Mohammed Y, Prow TW.	Advances and controversies in studying sunscreen delivery and toxicity.	Adv Drug Deliv Rev.	Q1		x	No contiene información relevante
40	2020	Køster B, Nielsen MN, Vester KK, Dalum P.	Novel sunprotection interventions to prevent skin cancer: A randomized study targeting Danes going on vacation to destinations with high UV index.	PLoS One.	Q1		x	No contiene información relevante
41	2020	Luze H, Nischwitz SP, Zaleudek I, Mülleiger R, Kamolz LP.	DNA repair enzymes in sunscreens and their impact on photoageing-A systematic review.	Photodermatol Photoimmunol Photomed.	Q2		x	No contiene información relevante
42	2020	Obana A, Gohto Y, Nakazawa R, Moriyama T, Gellermann W, Bernstein PS.	Effect of an antioxidant supplement containing high dose lutein and zeaxanthin on macular pigment and skin carotenoid levels.	Sci Rep	Q1		x	No contiene información relevante
43	2019	Schneider SL, Lim HW.	Review of environmental effects of oxybenzone and other sunscreen active ingredients.	J Am Acad Dermatol.	Q1		x	No contiene información relevante

44	2019	Schneider SL, Lim HW.	A review of inorganic UV filters zinc oxide and titanium dioxide.	Photodermatol Photoimmunol Photomed.	Q2		x	No contiene información relevante
----	------	-----------------------	---	--------------------------------------	----	--	---	-----------------------------------

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Naghib Amaloha Chiriboga Peralta portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0704473354**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del Proyecto de Titulación **“Antioxidantes en la fotoprotección”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 8 de Agosto de 2024

F:


Naghib Amaloha Chiriboga Peralta
C.I. 0704473354